

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 08 Mai 1945 de GUELMA
FACULTÉ DES SCIENCES ET DE L'INGÉNIERIE
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE



MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDE
Pour l'obtention du Diplôme de master
BIOLOGIE
Option : Santé, Eau et Environnement
THÈME

Isolement Et Identification Des Champignons Filamenteux et leur Impact sur la Santé Humaine et évaluation qualitative à partir du lac oubeira

Présentées par :

Menasria houda

Merabti fouzia

Membres de jury :

Président : Dr Houhamdi Moussa (Maitre assistante Université de Guelma)

Examineur : M^{me} Khalafe. M (Maitresses assistantes Université de Guelma)

Promoteur : M^{elle} Bidioui. S (Maitre assistante Université de Guelma)

Session Juin 2011



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents qui m'ont assuré un soutien inconditionnel sans lequel je n'aurais jamais pu terminer mes années d'études pour ces conseils et son encouragement.

Pour m'avoir donné la possibilité de faire ce que je voulais et à leur affection, leur patience et leur compréhension.

*Merci à mes proches pour m'avoir soutenu par leur présence dans les bons comme dans les mauvais moments : mes sœurs Linda, Warda, Maroi mes frère Yassin et Kamale.
Je voudrais aussi remercier plus spécialement Sonya*

Je dédie ma grande famille

Pour finir, je voudrais aussi remercier toutes mes très chères amies : Houda, Amina, Manel, Fatima, et fatima, Ibteessame, Zineb, Afaf. Yassmin, Imen, Raja

Fouzia





Remerciements

*Nous remercions le **Dieu** tout puissant de nous avoir donné la vitalité et pouvoir pour concrétiser ce projet.*

*Nos vifs remerciements vont à notre encadreur **M^{elle} Bidioui Soraya** pour sa confiance, son encouragement, et pour avoir accepté de diriger ce travail avec compétence, pour son aide, sa patience ainsi que pour sa bonté et ses conseils.*

Soit remercier aussi le chef de département.

*Nous adressons également nos sincère remerciement à **Dr Houhamdi Moussa**, qui à bien voulu présidé le jury de se mémoire.*

*Nous remercions également **M^{me} Khalafe .M** pour nous avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.*

Et à tous les enseignants et enseignantes du département de biologie qui contribué à notre formation durant les Cinq années de graduation.

*Enfin, tout les étudiants de **2^{ème} année Master Microbiologie Générale santé, eau et environnement (2010/2011)** et tout ceux qui de près ou de loin Qui ont participé à l'élaboration directe ou indirecte de se modeste travail.*



Sommaire

Liste des figures
Liste des tableaux
Introduction

Chapitre I: description de site

1-Les eaux de surface	02
2-Définition d'un Lac	02
2-1- Caractéristique	02
2-2- les différentes parties d'un lac	03
2-3- la stratification thermique	03
2-4- Evolution d'un lac	04
2-5- Origine des lacs	05
3-Propriétés physico-chimiques des eaux des lacs	06
3-1- La couleur	06
3-2- La turbidité	06
3-3- Le pH.....	07
3-4- La température	07
3-5- Conductivité	08
3-6- L'alcalinité (TA-TAC).....	08
3-7- La dureté ou l'Hydrotimétrie (TH)	08
3-8- Les phosphate	08
3-9- Ions majeurs.....	09
3-10- Oxygène dissous	09
3-11- La demande biochimique en oxygène (DBO)	10
3-12- La demande chimique en oxygène (DCO)	10
3-13- l'oxydabilité.....	10
4-Lac Oubeira	11
4-1- introduction.....	11
4-2- localisation générale.....	11
4-3- caractéristiques physiques	11
4-4- valeur hydrologique	13
4-5- Caractéristiques écologiques	13
4-6- flore remarquables.....	13
4-7- fun remarquables.....	13
4-8- Valeurs sociales et culturelles.....	14
4-9- Régime foncier/propriété.....	14
4-10- Occupation actuelle des sols	14
4-11- Facteurs défavorables	14
4-12- Mesures de Conservation en Vigueurs	15

Chapitre II : La pollution des lacs

1-Définition de la pollution de l'eau	16
2-Les effets de la pollution sur les eaux de surface	16
3-Les différents types de pollution	17
4-Les polluants présents dans l'eau	19
5-La pollution par les métaux lourds	20
5-1-Définition des métaux lourds.....	20
5-2-Les rejets de métaux lourds dans l'eau	20
5-3-Les effets des métaux lourds.....	20
5-4-sources de métaux lourds.....	20
6- Les solutions pour remédier à cette pollution	22

Chapitre III : Les champignons

1-Généralité	24
2-Classification des champignons	25
2-1- Les Chytridiomycètes.....	25
2-2- Les Zygomycètes	25
2-3- Les Ascomycètes.....	26
2-4- Les Basidiomycètes.....	27
2-5- Les Deutéromycètes	28
3-Thalle végétatif	29
4-Propagation	32
4-1- Multiplication asexuée :	32
4-1-1 Levures (blastomycètes	33
4-1-2 Champignons filamenteux (hyphomycètes)	33
4-2-Spores de résistance	35
4-3- Reproduction sexuée	35
5-Les facteurs influençant sur la croissance des champignons :	37
a)La température :.....	37
b) Le pH :	38
c) L'aération :	38
d) L'eau :	39
e) La lumière :	39
6-Les effets utiles et nuisibles des champignons :	39
6-1-Effets utiles :	39
6-2-Effets nuisibles :.....	41
7-Les mycoses :	42
7-1- Habitat des champignons pathogènes :	42
7-2-Adaptation à la vie parasitaire et pouvoir pathogène :	42
7-3-Modos de contamination et de dissémination :	43
7-4 -Facteurs favorisants :.....	46
8-Classification clinique et aspects pathologiques des mycoses	49
1- Mycoses superficielles.....	49
1.1 Dermatophyties.....	49
1.2 Candidoses.....	50
1.3 Pityriasis versicolore	50
2- Mycoses sous-cutanées.....	51
2.1 Chromoblastomycose	51
2.2 Sporotrichose	51
2.3 Mycétomes	51
3- Mycoses profondes.....	52
3.1 Cryptococcose.....	52
3.2 Aspergilloses	52
3.3 Zygomycoses	53
3.4 Histoplasmoses	53
3.5 Coccidioïdomycose.....	54
3.6 Blastomycose	54
3.7 Paracoccidioïdomycose	54
9- Agents des Mycoses les plus fréquentes :	55
1. Les levures	55
2- Les dermatophytes.....	56

3 -Les Aspergillus.....	57
-------------------------	----

Partie pratique

Chapitre VI : Matériels et méthode

I -Identification fongique	58
1-Zone d'étude.....	58
2-Prélèvement des échantillons.....	58
3-Préparation des milieux de culture :	58
4-Stérilisation des milieux :	59
5-L'ensemencement	59
5-1- La dilution :.....	59
5-2- L'ensemencement	59
6-L'incubation :	62
7-Coloration :	62
8-Repiquage des souches :	62
9-La lecture:	62
9-1- Critères d'identification.....	62
10-La conservation des souches	63
II- L'analyse physicochimique.....	63
1-Introduction.....	63
2-Matériels et réactifs	64
2-1- Matériels	64
2-2-Réactifs	64
3- Les paramètres physicochimiques	66
3-1- Les matières organiques en suspension (MES).....	66
3-2- La température	66
3-3- La turbidité.....	67
3-4- Chlorure Cl.....	67
3-5- Les matières organiques.....	68
3-6- Résidu sec	68
3-7- Dosage de magnésium	69
3-8- La dureté totale TH.....	69
3-9-Dosage de calcium.....	70
3-10- La demande biochimique en oxygène (DB05	70
3-11- La demande chimique en oxygène DCO	72
3-12- Dosage de nitrate NO_3^-	72
3-13- Dosage des nitrites NO_2^-	73
3-14- Dosage de l'ammonium NH_4	74
3-15- Dosage des composés phosphores.....	74
3-16- Détermination de l'azote total.....	75

Chapitre V : Résultats et discussion

Conclusion
Référence bibliographiques
Annexe
Résumé

Listes des figures

Figures	Titres	Pages
Figures n° 01	Les différentes parties d'un lac	03
Figures n° 02	Stratification thermique d'un lac	04
Figures n° 03	L'évolution d'un lac	05
Figures n° 04	Localisation générale du lac oubeira	12
Figures n° 05	Les chitridiomycètes	25
Figures n° 06	Le cycle de développement des Zygomycètes	26
Figures n° 07	Le cycle de développement des Ascomycètes	27
Figures n° 08	Le cycle de développement des Bazidiomycètes	28
Figures n° 09	Les deutéromycètes	28
Figures n° 10	Préparation des délutions	60
Figures n° 11	Protocole de travail	60
Figures n° 12	La variation de température	76
Figures n° 13	La variation de conductivité	76
Figures n° 14	La variation de pH	77
Figures n° 15	La variation de turbidité	78
Figures n° 16	La variation de matière en suspension	78
Figures n° 17	La variation de résidus secs	79
Figures n° 18	La variation de Calcium	79
Figures n° 19	La variation de Magnésium	80
Figures n° 20	La variation de DBO ₅	81
Figures n° 21	La variation de DCO	81
Figures n° 22	La variation de matière organique	82
Figures n° 23	La variation de chlorure	82
Figures n° 24	La variation de nitrate	83
Figures n° 25	La variation de nitrite	84
Figures n° 26	La variation de l'ammonium	84
Figures n° 27	La variation de phosphore	85
Figures n° 28	<i>Aspergillus ochraceus</i>	90
Figures n°29	<i>Penicillium chrysogenum</i>	91
Figures n°30	<i>Penicillium echinulatum</i>	92
Figures n°31	<i>Aspergillus fumigates</i>	93
Figures n°32	<i>Aspergillus Niger</i>	94
Figures n°33	<i>Aspergillus Conidia</i>	95
Figures n°34	<i>penicillium digitatum</i>	96
Figures n°35	<i>Penicillium nidulans</i>	97
Figures n°36	<i>rhizopus oryzae</i>	98

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	Pag es
Tableau n°01	Classification des eaux selon la turbidité usuelles	07
Tableau n°02	Classification des eaux d'après leur pH	07
Tableau n°03	Echelle de valeurs de DBO ₅	10
Tableau n°04	Les différents types de pollution	18
Tableau n°05	Les résultats de l'analyse physico-chimique des eaux du lac oubeira	86
Tableau n°06	le milieu de culture (Czapek concentre) a température 28C ⁰	87
Tableau n°07	le milieu de culture (Czapek simple) a température 28C ⁰	88
Tableau n°08	le milieu de culture (sabouraud) a température 28C ⁰	89

Introduction

Introduction

L'eau est utilisée par les hommes depuis le début de leur existence pour différents usages et en ont ainsi modifié la qualité. Jusqu'à nos jours, la pollution engendrée par les activités humaines n'a pas eu énormément d'impacte sur l'équilibre biologique de notre milieu naturel, la nature se chargeait de la dépollution. Mais aujourd'hui la nature n'est plus en mesure de dépolluer les milieux naturels, les habitudes que nous avons pris de considérer les cours d'eau, les lacs, les rivières, les fleuves comme des décharges susceptibles d'accueillir l'ensemble de nos déchets ont engendré des pollutions irrémédiables. Les déchets créés par l'homme sont trop nombreux et plus polluants qu'autrefois, ceci étant du particulièrement à l'urbanisation et aux pratiques agricoles. Ceux-ci ont un impact sur le développement des eaux de surfaces, ressources vitales pour l'homme. La pollution de l'eau considérée comme la plus grave avec celle de l'air, a atteint un seuil alarmant. Si cette situation continue, l'eau ne sera plus utilisable pour quoi que ce soit et les espèces vivantes en subiront les conséquences. C'est pourquoi maintenir les eaux douces en bon état représente un enjeu important.

Dans le cadre de ce travail, nous nous proposons de réaliser une approche d'une étude de la qualité de l'eau de Lac Oubeira, dans le but de faire l'identification fongique et l'analyse des paramètres physicochimiques

Notre travail est repartie en plusieurs chapitrés

1^{ere} parti les : partie théorique :

Chapitre I : présente les principaux paramètres physicochimiques des eaux douces et la description du site de prélèvement (lac oubeira).

Chapitre II : la pollution des eaux

Chapitre III : Identification fongique et impact leur maladies

2^{ème} partie : partie pratique :

Chapitre VI : les techniques et les méthodes suivies pour déterminer la qualité physico-chimique et l'identification fongique.

Chapitre V : les résultats et discussion des a l'identification fongique et l'analyses physicochimique), en termine par conclusion

Chapitre I :
Description
Du site

1. Les eaux de surface:

Les eaux de surface comprennent les eaux courantes (cours d'eau : rivières, canaux) et les eaux stagnantes ou plans d'eau (lacs, retenues de barrage, étangs...). (9)

Outre les zones humides, les eaux stagnantes sont constituées d'étangs et de lacs naturels ainsi que des retenues de barrages. On trouve également des étangs d'eau saumâtre, en relation directe ou non avec la mer. Il existe près de 34 000 plans d'eau douce, dont 535 ont une superficie supérieure à cinquante hectares. 540 plans d'eau sont des retenues de grands barrages (mesurant plus de 20 m de haut ou dont le volume de la retenue est supérieur à 15 millions de m³). (9)

2. Définition d'un Lac :

En limnologie, de manière générale un lac est une grande étendue d'eau située dans un continent où il suffit que la profondeur, la superficie, ou le volume soit suffisant pour provoquer une stratification, une zonation, ou une régionalisation des processus qui lui sont propres (une seule condition remplie suffit à lui donner ce statut). (17)

Dans le langage courant, le lac est un concept assez flou ; les noms locaux donnés aux plans d'eau par la population ne s'accordent pas toujours aux définitions officielles, et c'est souvent la grande taille ou une grande profondeur qui est alors prise en compte. Un lac est ainsi plutôt plus grand et plus profond qu'un étang, lequel est plus grand et plus profond qu'une mare.

Les plus grands lacs sans débouché maritime sont ainsi nommés « mers fermées », à l'instar de la mer Caspienne, mais la règle est floue puisqu'on parle de la mer Morte et du Grand Lac Salé. Il est parfois proposé de distinguer les mers des lacs par le caractère salé des eaux marines et des eaux douces des lacs. (17)

2-1- Caractéristique :

Le lac est un réservoir d'eau douce de profondeur et d'étendue variables. La circulation de l'eau y est faible.

Le lac est alimenté par différents cours d'eau (ruisseaux, rivières et sources souterraines) que l'on appelle tributaires ou affluents du lac.

L'eau séjourne un certain temps dans le lac selon sa superficie, sa profondeur et le débit d'eau à sa sortie. L'eau s'écoule du lac par un cours d'eau nommé exutoire, émissaire ou décharge. (17)

2-2- les différentes parties d'un lac :

- ❖ **La zone littorale :** est une bande faisant le tour du lac et qui est généralement recouverte de végétation. Elle s'étend vers l'intérieur du lac. Il s'agit d'un milieu très productif où l'on retrouve les plantes aquatiques, les frayères, etc. Cette partie du lac est influencée à la fois par la lumière et par son fond (constitué de sédiments).
- ❖ **La zone pélagique :** (ou zone d'eau libre) est indépendante du fond et du littoral du lac.
- ❖ **La zone benthique :** ou eaux profondes est la zone où vivent les organismes associés au fond du lac. La lumière n'y pénètre pas. À cet endroit, les eaux du lac sont généralement plus froides (environ 4° C).
- ❖ **La fosse :** correspond à la partie la plus profonde du lac. (23)

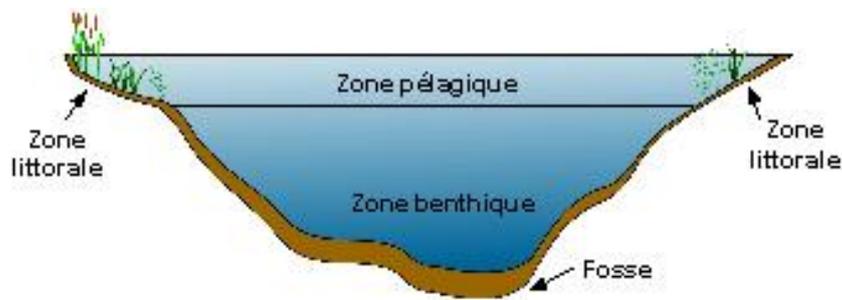


Image 1 : les différentes parties d'un lac

2-3-la stratification thermique :

Durant la période estivale, l'eau de la majorité de nos lacs se divise en trois couches (stratification thermique).

Les eaux de surface (épilimnion) représentent la couche d'eau superficielle où la lumière pénètre et permet la croissance des végétaux aquatiques. Puisqu'elle subit le

brassage par les vents, cette couche d'eau possède une température uniforme et une bonne oxygénation. En été, cette couche contient l'eau la plus chaude du lac.

Sous les eaux de surface, on retrouve la thermocline (métalimnion) qui désigne la couche d'eau où il y a une chute importante de température.

Finalement, les eaux profondes (hypolimnion) constituent la couche inférieure de l'eau d'un lac. Cette couche conserve une température basse et peu variable, soit autour de 4° C. Il est à noter que certains de nos lacs peu profonds ne sont pas stratifiés de la sorte et possèdent plutôt des eaux d'une température relativement uniforme. (17)

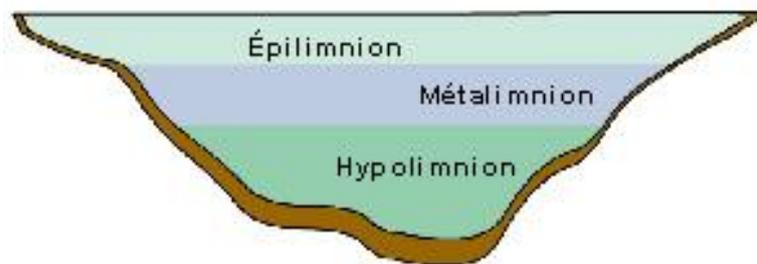


Figure 2 : stratification thermique d'un lac

2-4- Evolution d'un lac :

Un lac présente trois couches :

❖ **Un stade oligotrophe :**

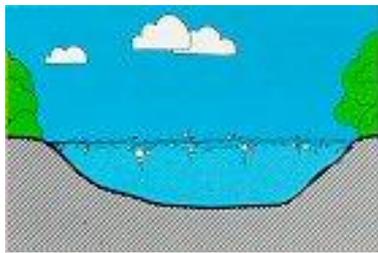
C'est le stade jeune du lac. Ses eaux pures (faiblement minéralisées) et claires, peu nourricières, contiennent un petit nombre d'espèces végétales et animales qui sont essentiellement représentées par du plancton. (17)

❖ **Un stade mésotrophe :**

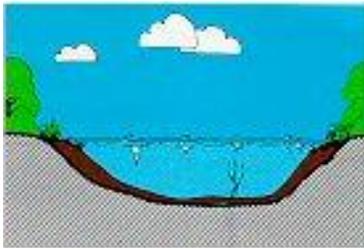
Au cours du temps (plusieurs siècles), les eaux du lac reçoivent des apports en matières organiques et minérales. Les espèces du zooplancton et phytoplancton se développent et permettent de nourrir des organismes de plus grande taille. Leur cadavres s'accumulent sur le fond, décomposés par les bactéries, fournissent de la matière minérale qui, recyclée dans le milieu aquatique, contribue à enrichir l'eau. Cette activité bactérienne consomme de l'oxygène et donc appauvrit les couches profonde du lac. (17)

❖ Un stade eutrophe :

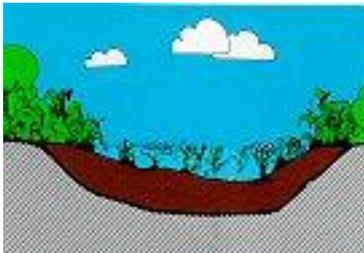
L'enrichissement en matières organiques se produit, et du fait du déficit croissant en oxygène, la minéralisation devient plus lente : le lac se ferme progressivement. Ses bords, s'ils sont peu profonds, se trouvent envahis par la végétation, et à l'issue d'une période plus ou moins longue, il finit par se combler. Ce phénomène naturel, qu'on appelle eutrophisation, est bien souvent accéléré par des apports artificiels de nitrates et de phosphates qui stimulent le développement des végétaux (par exemple, même si ces dérivés s'amenuisent : lessivage d'engrais utilisés en agriculture, rejets des eaux usées industrielles et urbaines, etc..). (17)



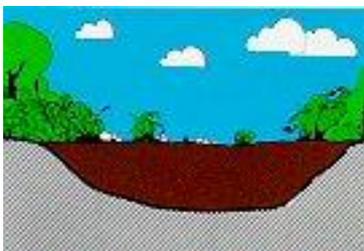
Lac jeune. Pas de sédiments.



Augmentation des populations végétales et début d'accumulation des déchets au fond du lac.



Lac vieux. Beaucoup de sédiments. Il se comble.



Comblement final.

Figure 3: l'évolution d'un lac

2-5- Origine des lacs :

Une classification des lacs peut se faire sur le type d'événement géologique qui a présidé à leur formation :

- **océaniques**, comme la mer Caspienne ou la mer d'Aral ;
- **tectoniques**, dus à l'effondrement de portions de la croûte terrestre, comme le lac Tanganyika, le lac Malawi et le lac Victoria ;
- **volcaniques**, formés dans une caldeira ou un volcan actif (Lac acide) :
 - lacs de cratère comme le lac Albano, le lac de Nemi ou le Barombi-mbo;
 - lacs polycratères ou intercratères, comme le lac de Bolsena ou le lac de Bracciano ;
- **alluvionnaires**, quand un cours d'eau, par exemple le Brenta en Vénétie, rencontre des dépôts alluvionnaires sur son cours, formant ainsi le lac de Levico et le lac de Caldonazzo ;
- **glaciaires**, dus à l'érosion glaciaire, comme les lacs des régions préalpines ; c'est l'exemple des Cent lacs en Italie ;
- **pro-glaciaires**, quand le lac est situé devant et alimenté par un glacier ;
- **morainiques**, quand les matériaux transportés et déposés par les glaciers forment barrage ;
- **karstiques**, dus à des phénomènes d'érosion en milieu calcaire et souvent très petits ;
- **de déflation**, dus à l'érosion par les vents, tels ceux du Languedoc ;
- **artificiels**, créés par des ouvrages construits par l'homme, souvent des barrages pour la production hydroélectrique, par exemple le lac de Serre-Ponçon. (7)

3- Propriétés physico-chimiques des eaux des lacs:

3-1- La couleur :

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux à faible turbidité. La couleur permet de donner une idée sur la composition qualitative de l'eau. En fonction de la turbidité, de la présence de plancton, des matières en solution (acides humiques, fer, manganèse, rejets industriels.).Des saisons elle pourra virer au vert, jaune ou brun. (16)

3-2- La turbidité :

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisés : argile, grains de silice, limon, matières organiques, etc. Elle donne une idée sur la

quantité des matières en suspension contenues dans l'eau, plus la charge des matières en suspension est élevée plus la turbidité est remarquable, elle est liée à la couleur qui est elle-même liée aux matières en suspension. (22)

Tableau 1 : classification des eaux selon turbidité usuelles (NTU, nephelometric turbidity unit) (22)

La turbidité (NTU)	Type de l'eau
NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble

3-3- Le pH :

Le pH est une mesure de l'activité des ions d'hydrogène (H^+) contenus dans l'eau, il correspond au logarithme de la concentration des ions H^+ .

L'échelle du pH varie entre 0 et 14, soit une forte acidité (0) et une base forte (14). Une eau légèrement acide sera entre 6,5 et 7 tandis qu'une eau légèrement alcaline sera entre 7,2 et 8,3.

La valeur du pH donne donc une idée de son alcalinité et de sa teneur en CO_2 (Il faut toutefois faire attention, une eau qui a un pH 7 peut être agressive si la dureté et l'alcalinité sont faibles). (22)

Tableau 2 : classification des eaux d'après leur Ph (22)

pH	Type de l'eau
pH < 5	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

3-4- La température :

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout les gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc.

La température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air, et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond. (22)

3-5- Conductivité :

La conductivité de l'eau est en fonction de son contenu en ions, spécialement de leur capacité à conduire l'électricité. La conductivité de l'eau est directement liée à la concentration des impuretés présentes dans l'eau sous forme ionique dont sa mesure est influencée par le pH et la température. Il est aussi possible de déduire le résidu sec filtrable par la conductivité.

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous dans une eau et la conductivité. Elle donne une idée sur le degré de minéralisation de l'eau, pour les eaux de minéralisation moyenne la conductivité est comprise entre 333 et 833 us/cm.(22)

3-6- L'alcalinité (TA-TAC) :

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'hydrogénocarbonates (**HCO₃⁻**), de carbonates (**CO₃²⁻**), d'ions hydroxydes (**OH⁻**) .elle est mesurée par 2 paramètres ;

- > le titre alcalimétrique ou TA : mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalis caustiques.
- > le titre alcalimétrique complet ou TAC : correspond à la teneur de l'eau en alcalis libre, carbonates et hydrogénocarbonates, c'est la somme des ions **OH⁻** et **CO₃²⁻**.

Dans les eaux naturelles l'alcalinité exprimée en **HCO₃⁻**, varie de 10 à 350mg/l.

3-7- La dureté ou l'Hydrotimétrie (TH) :

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalis et de l'ion hydrogène, dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions de fer, aluminium, manganèse, strontium.

En reconnaissant la valeur du TH, on peut classer les eaux en eaux douces, eaux moins dures et eaux dures.

3-8- Les phosphate :

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol, leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la

décomposition de la matière organique. Des teneurs supérieures à 0,5mg/l doivent constituer un indice de pollution

Les eaux de surface peuvent être contaminées par les rejets industriels (industries agroalimentaires, laveries, etc..) et domestique ou par le lessivage des terres cultivées renfermant des engrais phosphatés ou traitées par certains pesticides.

Le phosphore joue un rôle important dans le développement des algues, il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les eaux des lacs, ou il contribue à l'eutrophisation. (22)

3-9- Ions majeurs:

La minéralisation de la plupart des eaux est dominée par huit ions appelés couramment les ions majeurs. On distingue les cations : calcium, magnésium, sodium et potassium, et les anions : chlorure, sulfate, nitrate et bicarbonate. (16)

3-10- Oxygène dissous

L'eau absorbe autant d'oxygène que nécessaire pour que les pressions partielles d'oxygène dans le liquide et dans l'air soient en équilibre. La solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la pression atmosphérique (donc de l'altitude), de la température et de la minéralisation de l'eau : la saturation en O₂ diminue lorsque la température et l'altitude augmentent.

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse.

C'est un paramètre utilisé essentiellement pour les eaux de surface. Au niveau de la mer à 20°C, la concentration en oxygène en équilibre avec la pression atmosphérique est de 8,8 mg/l d'O₂ à saturation. Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène.

L'oxygène dissous est donc un paramètre utile dans le diagnostic biologique du milieu eau.(22)

3-11- La demande biochimique en oxygène (DBO)

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de micro-organismes, dans des conditions données. Les conditions communément utilisées sont 5 jours (on ne peut donc avoir qu'une dégradation partielle) à 20°C, à l'abri de la lumière et de l'air ; on parle alors de la DB05.

Cette mesure est très utilisée pour le suivi des rejets des stations d'épuration, car elle donne une approximation de la charge en matières organiques biodégradables. Elle est exprimée en mg d'Ch consommé (cf. tableau ci dessous). (16)

Tableau 3 : Echelle de valeurs de DB05

Situation	DB0 ₅ (mg/1 d'O ₂)
Eau naturelle pure et vive	< 1
Rivière légèrement polluée	1 < c < 3
Egout	100 < c < 400 20
Rejet station d'épuration efficace	< c < 40

3-12- La demande chimique en oxygène (DCO) :

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant, le bichromate de potassium. Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables présentes dans l'échantillon par exemple : certains hydrocarbures ne sont pas oxydés dans ces conditions). L'objectif de la DCO est donc différent de celui de la DBO.

La DCO peut être réalisée plus rapidement que la DBO (oxydation " forcée ") et donne une image de la matière organique présente, même quand le développement de micro-organismes est impossible (présence d'un toxique par exemple). (22)

3-13- l'oxydabilité :

Est une mesure similaire à la DCO, utilisée dans le cas de faible concentration en matière organique (DCO < 40mg /1 d'O₂)

4- Lac oubeira :

4-1- introduction:

El kala est une zone humide unique en méditerranée, elle possède aussi un parc national qui est un site d'importance internationale car il est le plus important site d'hivernage d'Algérie.

Le parc nationale d'El kala est un ensemble de plans d'eau répartie entre lacs et marais dont les principaux sont le lac Tonga, le lac oubeira, le lac Mallah, le lac bleu, le marais de Bourdim et beaucoup d'autres d'importances écologiques égales.

4-2- localisation générale :

Le Lac Oubeira est situé à 4 Km à l'ouest de la ville d'El-Kala dans la Wilaya d'El-Tarf à l'extrême nord-est de l'Algérie. La grande ville la plus proche est Annaba (60 Km).

L'Oubeira est situé entre le Lac Mellah et le Lac Tonga. Ce lac d'eau douce endoréique d'une profondeur maximale de 4m, avec en moyenne 1,24m, dont le fond plus ou moins plat est légèrement incliné vers le Nord, de forme subcirculaire, il est au centre d'un bassin versant de 9900 ha, à 4 km de la mer à vol d'oiseau. (01)

4-3- caractéristiques physiques :

- ❖ . Géologie et géomorphologie
- Lac endoréique, d'eau douce, dont la profondeur maximale est de 4m .
- Le substrat est entièrement composé d'argile de numidie (Tertiaire), avec la présence des dépôts récents du quaternaire tout autour du Lac .
- Les alluvions limoneux (quaternaire) du fond de vallée sont localisés au sud est du Lac.
- Le Lac est alimenté essentiellement par l'Oued Messida et d'une dizaine de petits affluents des collines avoisinantes .

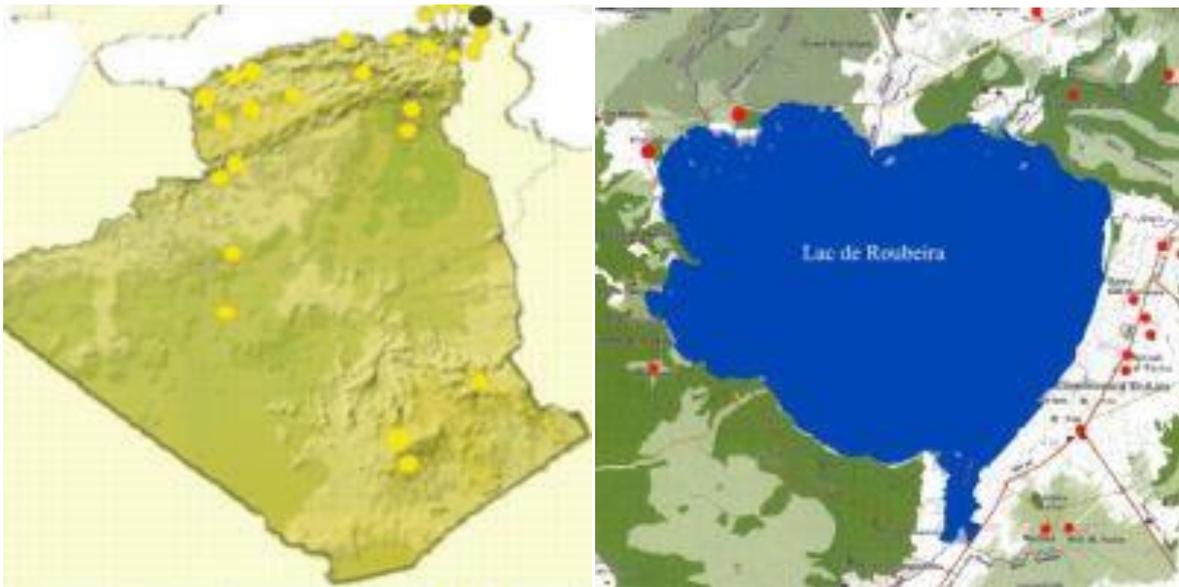


Figure 4 : localisation générale du lac oubeira (18)

❖ .Climat

- Vents dominants N . W (permanents)
- Pluviométrie annuelle entre 800 mm et 1000 mm

❖ .Temperature

- Température de l'eau varie de 8,8 a 15,2° au Mois de Janvier

.Qualité des eaux

- Eaux très turbides surtout en hiver (10 à 15 m au disque de Secchi en 1976)
- avec un pH variant entre 8 et 10,65 .

4-4- valeur hydrologique :

- Lac endoréique joue un rôle de réservoir permettant la maîtrise des crues de l'Oued El-Kebir .
- Le Lac constitue un dépotoir de sédiment provenant du bassin versant. (01)

4-5- Caractéristiques écologiques :

C'est le seul site du complexe humide de la région qui présente une organisation spatiale typique en ceintures de végétation (Helophytes) avec une importante superficie colonisée par des herbiers flottants d'hydrophytes.

En été, les ceintures de végétation sont bien visibles et pratiquement ininterrompues tout autour du Lac et ont une largeur et une densité différentes selon les rives ; les ceintures les plus larges (environ 400 m) sont formées d'Helophytes Phragmites, Thypha et scirpe).

Les herbiers flottants par les Hydrophytes (Trapa natans, Myriophylle potamogetons) et occupent la grande surface d'eau libre.(01)

4-6- flore remarquables :

Ceinture d'helophyte indispensables à la nidification des oiseaux d'eau
Espèces rares : Châtaigne d'eau : Trapa natans (seule station en Algérie)

Nénuphar blanc : Nymphaea alba

Nénuphar faune : Nuphar luteum

4-7- faune remarquables :

Les oiseaux d'eau :

Les sédentaires : Blongios nain ; Poule sultane Rousserolle turdoïde Butor étoilé, Busard des roseaux .

Les hivernais : Erismature à tête blanche ; Grande aigrette spatule blanche ; Oie

cestrée, grand cormoran et plusieurs espèces de limicoles, Avocette .

Les oiseaux d'eau observés tout au long de l'année mais irrégulièrement : - Ibis falcinelle

- Flamant rose

4-8-Valeurs sociales et culturelles :

Un opérateur économique exploite le Lac Oubeira (ONDPA) office national de développement et de production aquacole (Mulet, barbeaux et carpes) :

- Installation de culture arachidière sur le pourtour du Lac
- Présence d'un site archéologique (MegaliTHique) au Sud Est du Lac
- Le Lac présente un aspect paysager ouvert (01)

4-9- Régime foncier/propriété :

a / Site : Domanial

b/ Zones environnantes/Bassin versant :

- Des terrains domaniaux
- Terre agricole privé

4-10- Occupation actuelle des sols :

a/ Sur le site : Exploitation de la carpe

b/ Région Voisine/bassin versant : Activités pastorales et quelques cultures saisonnières .

4-11- Facteurs défavorables :

a - Espèces introduites : l' office national de développement et de production aquacole (ONDPA) a procédé a l'introduction de la carpe

Espèces et quantités introduits

14/06f1985 3150 000 alevins de (Aristichthys nobilis)

Hypophtalmiechthis molitrix et cteno phraryngolon idella)

25/G4/1986 3000000 d'alveins de cyprinus carpio et stizstedion

lucioperca)

b - La sécheresse : En 1990 le Lac à connu un assèchements Total du probablement à l'effet conjugué de la sécheresse des dernières années et au compagnes de l'eau .

c - Extension de l'agriculture spéculative autour du Lac (Arachides, pastèque et melon)

d - Pompage illicite à des Fins d'irrigation

e - Le déversement des eaux usées provenant de l'agglomération du village El-Frine, une partie d'El-Kala et la cité Djefal Torki (01)

4-12- Mesures de Conservation en Vigueurs:

- Lac classé en zone de protection du Parc National d'El-Kala
- Statut des Parcs Nationaux N° 83/462 du 23 Juillet 1983
- Loi de l'environnement N° 83/462 du 05 Février 1983 (01)

Chapitre II :
La pollution de l'eau

1- Définition de la pollution de l'eau :

La pollution de l'eau est une altération qui rend leur utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique, elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et les eaux souterraines. Elle perturbe aussi les conditions de vie de la flore et la faune aquatique et compromet les utilisations de l'eau et de l'équilibre du milieu aquatique.

La pollution de l'eau provient essentiellement des villes, de l'industrie de l'agriculture. La pollution générée par les deux première est localisée (pollution ponctuelle), et peut être partiellement traitée, tandis que l'agriculture provoque une pollution diffuse, dispersée dans les champs, qui atteint progressivement les nappes souterraines et les rivières.(02)

Elle a pour origines principale :

- L'activité humaine.
- Les industries.
- L'agriculture.
- Les décharges de déchets domestiques et industriels.

2- les effets de la pollution sur les eaux de surface :

❖ une diminution de la teneur en oxygène dissous

Les matières organiques peuvent devenir un élément perturbateur quand leur quantités sont trop importante, parmi les substances qui entraînent une important consommation d'oxygène, notons en particulier les sous-produits rejetés par l'industrie laitière, le sang rejeté par l'industrie de la viande, les déchets contenus dans les eaux usées domestiques.(15)

Cette diminution d'oxygène dissous peut provoquer dans certains cas des mortalités importantes de poissons.(12)

❖ La présence de produit toxiques

Rejetées sous différentes formes, ces substances provoquent des effets qui peuvent être de deux formes :

- ✓ Effet immédiat ou à court terme conduisant à un effet toxique brutal et donc à la mort rapide de différents organismes.
- ✓ Effet diffère ou à long terme, par accumulation au cours du temps, des substances chez certains organismes.(20)

❖ Une prolifération d'algues

Bien que la présence d'algues dans les milieux aquatiques soit bénéfique pour la production d'oxygène dissous, celles-ci peuvent prolifères de manière importante et devenir extrêmement gênant en démarrant le processus d'eutrophisation.(20)

❖ Une modification physique du milieu récepteur :

Le milieu peut être perturbé par des apports aux effets divers :

- ✓ Augmentation de la turbidité de l'eau (ex : lavage de matériaux de sablière ou de carrière)
- ✓ Modification de la salinité (ex : eaux d'exhaure des mines de sel)
- ✓ Augmentation de la température (ex : eau de refroidissement des centrale nucléaires)(24)

❖ La présence de bactéries ou virus pathogène :

Les foyers domestiques, les hôpitaux, les élevages et certaines industries agro-alimentaires rejettent des germes susceptibles de présenter un danger pour la santé. (12)

3- les différents types de pollution :

Scinque causes importantes de pollution des eaux peuvent être retenues : la pollution thermique, la pollution par des matières organiques, et la pollution par le ruissellement qui entraine des nitrates et autres produits d'origine agricole la pollution bactériologique, la pollution radioactive. (19)

➤ La pollution organique :

Tant que les rejets de pollutions sont peu importants, l'autoépuration des eaux permet aux rivières de retrouver une eau non ou peu polluée à une certaine distance du point de déversement. L'autoépuration permet une élimination de certains microbes (et en particuliers des microbes pathogène) et d'autre part, dans l'oxydation des matières organique celle -ci disparaissent peu à peu sous l'action des fermentations aérobies qui les transforment en gaz carbonique et en sels minéraux pouvant être utilises par les végétaux. Lorsque les rejets de matières organiques sont trop importants, l'autoépuration devient insuffisante et la pollution apparait et s'accroit.(19)

L'oxydation des matières organique dépend de l'oxygène, on peut établir un diagnostic de la pollution en déterminant la demande biochimique en oxygène (OB0₅).

➤ **La pollution chimique (minérale) :**

Les eaux usées véhiculées par le réseau d'assainissement contiennent toutes sortes des résidus rejetés par les utilisateurs de l'eau courante, c'est-à-dire industriels, mais aussi de l'eau de pluie après ruissellement sur les chaussées, trottoirs, on trouve dans ces eaux résiduaires des flottants, des matières en suspension et des matières dissoutes. La pollution chimique (minérale) libère dans ces dernières par exemple, divers composés tels les nitrates, les phosphates et autres sels utilisés en agriculture, divers résidus rejetés par la métallurgie (Pb - Cd - Hg) et d'autres activités (hydrocarbures), provoquent ou accélèrent un phénomène naturel que l'on appelle l'eutrophisation.(19)

➤ **La pollution thermique :**

Les rejets d'eau chaude peuvent provoquer une élévation anormale de température incompatible avec la survie et la prolifération des organismes, qui ont besoin d'une température élevée pour se développer.(13)

➤ **La pollution bactériologique :**

Caractérisée par le rejet des germes pathogènes.

➤ **La pollution radioactive :**

Résulte du lessivage des terrains ou des poussières radioactives.

Type de pollution	Nature	Source ou agent causal
Pollution thermique	Rejets d'eaux chaudes	Centrales électriques
Fertilisants chimiques	Nitrates, phosphates, mercure	Agriculture
Pesticides	Insecticides, Fongicides	Agriculture
Composés organiques	PCB, solvants chlorés	Industries
Matière organique	Glucides, lipides, protéides	Effluents domestiques
Pollution microbiologique	Bactéries, virus	Effluents urbains

Tableau n°4 : les différents types de pollution (20)

4- Les polluants présents dans l'eau :

On distingue plusieurs catégories de polluants :

✓ **Les sels minéraux:**

Représentent à la fois par les masses en cause et par leur effets biologiques, des polluant majeurs. Ils nuisent à la potabilité des eaux superficielles. (18)

✓ **Les matières en suspension (MES):**

Désignent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau, les espèces végétales se développent plus difficilement, l'oxygène qu'elles produisent diminue dans le milieu, et les espèces animales en souffrent.(18)

✓ **Les matières organiques(MO):**

Sont tous les déchets carbonés, l'inverse de MES, ces matières constituent une nourriture de choix pour les microorganismes de l'eau et provoquent leur prolifération.

✓ **Les matières inhibitrices (MI):**

S'avèrent toxiques pour les daphnies (du zooplancton), on y trouve des métaux ou métalloïdes (mercure, plomb et Zinc), des pesticides, notamment les organochlorés (lindanes), certaines huiles minérales et certains hydrocarbures. Les MI présentent des risques d'effets toxiques immédiats ou différés par accumulation dans les chaînes alimentaires et des risques d'effets cancérogènes.(16)

✓ **Les matières colorantes :**

Modifient la transparence et l'éclairement du milieu, l'action chlorophyllienne s'en trouve ralenti, la production d'oxygène diminue il y a tendance à l'installation des conditions anaérobies.

Les textes législatifs distinguent la pollution par l'azote réduit (azote organique et ammoniacal), par le phosphore, par les composés organohalogènes [AOX] et par les métaux toxiques [METOX].

Cette dernière catégorie regroupe sept métaux et un métalloïde (chrome, Zinc, plomb, mercure, et cadmium).(16)

5- La pollution par les métaux lourds :

5-1-Définition des métaux lourds :

Les métaux sont des minéraux. Les métaux "lourds" sont ainsi qualifiés du fait de leur densité élevée. Les principaux métaux lourds sont le plomb, le cadmium, le mercure, l'arsenic et dans une moindre mesure, le chrome et le nickel.

Ils sont dangereux pour l'environnement car ils ne sont pas dégradables. Les métaux lourds ont diverses origines : les roches du sol (arsenic, plomb...) la pollution atmosphérique (plomb, cadmium...), les engrais (cadmium, plomb, arsenic...), les boues urbaines (mercure, plomb, cadmium...).(21)

5- 2-Les rejets de métaux lourds dans l'eau

Pendant de nombreuses années, les industries situées à proximité de cours d'eau (pour des raisons de refroidissement de processus, de transport) y ont rejeté leurs effluents. A ce phénomène (de plus en plus limité par l'installation de stations d'épuration au sein même des sites industriels), il faut ajouter l'érosion et le ruissellement de l'eau sur les sols et chaussées.

L'eau constitue un élément fondamental en matière de pollution, puisque dans le cas des métaux, comme pour d'autres composés, celle-ci va favoriser de nombreuses réactions chimiques. L'eau transporte les métaux lourds, et les insère dans les chaînes alimentaires (algues, poisson, etc.). Même si les métaux lourds sont le plus souvent présents à l'état de trace, ils n'en restent pas moins très dangereux, puisque leur toxicité se développe par bioaccumulation dans les organismes. (21)

5-3-Les effets des métaux lourds

Les métaux lourds sont des polluants particulièrement toxiques pour la santé humaine Cette toxicité est renforcée par un phénomène d'assimilation et de concentration dans l'organisme qu'on appelle la bioaccumulation. Les métaux lourds présents dans les microorganismes, les algues, les végétaux, les poissons et les autres animaux sont ingérés et s'accumulent dans l'organisme des animaux puis des hommes à chaque étape de la chaîne alimentaire. En bout de chaîne, certains métaux, notamment le plomb et surtout le mercure sous forme méthylée, se retrouvent en quantité concentrée dans l'organisme du consommateur final.(25)

Les métaux lourds peuvent pénétrer dans l'organisme par ingestion (via la chaîne alimentaire notamment) mais également par inhalation. (28)

Parmi les métaux lourds dangereux pour la santé, il faut citer le plomb, le mercure, le cadmium, le zinc. Ces métaux se trouvent à l'état naturel dans le l'eau, sous forme de traces qui posent peu de problèmes. Cependant, quand ils sont concentrés dans des aires particulières, ils posent un grave danger. En plus de leur grande toxicité, certains de ces métaux sont susceptibles dans l'environnement de s'accumuler fortement dans les organismes vivants, et de ce fait, se retrouveront en final dans la chaîne alimentaire. On parlera alors de bioaccumulation, par exemple dans les aliments que nous pouvons être amenés à consommer.(26)

5-4-sources de métaux lourds

Les métaux lourds qui entrent dans l'environnement aquatique proviennent de sources naturelles et de sources anthropogènes. Leur entrée peut être le résultat soit de déversements effectués directement dans les écosystèmes marins et dans les eaux douces, soit d'un cheminement indirect comme dans le cas des décharges sèches et humides et du ruissellement agricole. Parmi les importantes sources naturelles, citons l'activité volcanique, l'altération des continents et les incendies de forêts. La contribution des volcans peut se présenter sous forme d'émissions volumineuses mais sporadiques dues à une activité explosive, ou d'émissions continues de faible volume, résultant notamment de l'activité géothermique et du dégazage du magma. Les principales sources de mercure atmosphérique, par exemple, proviennent du dégazage des terres et des océans. Compte tenu de la toxicité des métaux lourds, il importe d'en connaître la source et de savoir ce qu'ils deviennent dans l'environnement.(18)

Les sources anthropogènes sont les suivantes:

- ✓ Effluents d'extractions minières
- ✓ Effluents industriels
- ✓ Effluents domestiques et ruissellements orageux urbains
- ✓ Lessivage de métaux provenant de décharges d'ordures ménagères et de résidus solides
- ✓ Apports de métaux provenant de zones rurales, par exemple métaux contenus dans les pesticides

- ✓ Sources atmosphériques, par exemple combustion de carburants fossiles, incinération des déchets et émissions industrielles
- ✓ Activités pétrochimiques (04)

6- Les solutions pour remédier à cette pollution

Comme le dit si bien le dicton : « Mieux vaut prévenir que guérir ». Ainsi, à l'évidence, mieux vaut ne pas polluer que de chercher à réparer les effets de la pollution. Il convient donc de lutter de manière individuelle mais aussi collective, dans la mesure du possible, à la source même de celle-ci:

- Diminuer les sources de pollution (= les polluants).
- Diminuer notre consommation (= diminuer les traitements chimiques et les infrastructures nécessaires).
- Réduire la dose de détergents (vaisselle, carrelage, agriculture).
- Utiliser des détergents qui respectent l'environnement (sans phosphates ni décolorants).
- Eviter les engrais chimiques (nitrates), utiliser des engrais biologiques.
- Ne pas jeter des déchets dans l'eau (les trier).
- Ne pas jeter les huiles de vidange, huiles ménagères, herbicides et autres rejets de produits polluants dans le réseau d'eaux usées (évier), une fosse sceptique (toilettes) ou une rivière !
- Protéger de la pollution : assainir (= diminuer la concentration en matières organiques).
- Utiliser de nouveaux procédés de traitement de l'eau plus « sain » comme l'ultrafiltration et la nanofiltration (filtres constitués d'une membrane permettant d'extraire physiquement les micropolluants). (27)

La lutte contre la pollution de l'eau n'est pas toujours évidente car les produits contaminants sont parfois difficiles à détecter : enfouis au fond des océans, mélangés avec l'eau et donc invisibles à l'œil nu... Il arrive en outre qu'une matière polluante ne produise ses effets toxiques que beaucoup plus tard, alors qu'elles se sont déjà infiltrées très profondément dans le sol. La qualité de l'eau dépend alors de la dissolution des polluants jusqu'à leur disparition totale.(28)

Les Agences de l'eau apportent des conseils techniques aux élus, aux industriels et aux agriculteurs. Elles leur fournissent des aides financières afin d'entreprendre les travaux nécessaires à la lutte contre la pollution des eaux et à la protection des ressources en eau permettant de sensibiliser financièrement les pollueurs. Il y a notamment des taxes à la pollution de l'eau, qui ont été mises en œuvre au niveau de la facture d'eau. Ces fonds sont

ensuite redistribués sous forme d'aides financières (prêts, subventions) aux collectivités locales, aux industriels et aux agriculteurs pour la réalisation de travaux de lutte contre la pollution (construction, extension ou amélioration des stations d'épuration et des réseaux de collecte des eaux usées, mise en place de procédés de production plus propres...)

Chapitre III :
Les champignons et leur
impact maladies

I- Les champignons :

1- Généralité :

Les Champignons, encore appelés "Fungi" (contraction du latin "funus", funéraille, et d'"ago", produire) ou mycètes (du grec mukês, champignon), sont aujourd'hui érigés en règne autonome, au même titre que les Procaryotes (Archéobactéries, Bactéries, Cyanobactéries), les Protistes, les Végétaux et les Animaux. En effet, les comparaisons des séquences génétiques des différentes espèces du monde vivant ont permis d'établir un arbre phylogénétique dans lequel les champignons prennent une place bien individualisée. Ils sont nettement séparés des divers groupes de plantes auxquels on les avait autrefois rattaché (particulièrement en raison de leur paroi polyosidique). Ils sont aussi éloignés des Oomycètes ou champignons-algues (les Oomycètes sont des organismes à l'appareil végétatif peu développé, essentiellement aquatiques, parasites des végétaux (mildious, rouilles blanches, etc.) ou des animaux (poissons, nématodes, etc.). Par contre, les Chytridiomycètes sont considérés comme des champignons sur la base d'homologies de séquences .(19)

Les champignons, qui forment le phylum des Eumycota, sont des organismes eucaryotes, c'est-à-dire possédant des noyaux individualisés pourvus d'une membrane nucléaire, de chromosomes et d'un nucléole, et un appareil mitochondrial. L'existence simultanée d'une paroi cellulaire périphérique et de vacuoles turgescents dans le cytoplasme, les rapproche aussi des végétaux. Ils possèdent une paroi peptidopolyosidique épaisse, de composition variable selon les groupes : mannanes, glucanes, chitine, chitosane, protéines, phospholipides, et une membrane riche en stérols (ergostérol). L'intermédiaire de la lysine est l'acide diaminoapidiq, alors qu'il s'agit généralement de l'acide diaminopimélique chez les bactéries. L'absence de chloroplastes (et donc de chlorophille) en fait, comme les animaux, des organismes hétérotrophes dont la nutrition carbonée est dépendante de la présence de matières organiques préformées, ce qui conditionne, suivant les circonstances, leur vie saprophytique, parasitaire ou symbiotiques. Un quatrième groupe, les champignons opportunistes, contient des espèces généralement saprophytes, mais qui deviennent pathogènes à la faveur de circonstances favorisantes.(17)

Leur nombre est évalué à ce jour à environ 60.000 espèces, mais il est probablement plus élevé. La quasi totalité des champignons vivent en saprophytes dans le sol, sur des plantes mortes ou vivantes, mais uniquement à leur surface et sans leur causer

de lésions. Beaucoup d'espèces sont des parasites de plantes, ce qui constitue un problème économique. Un nombre plus restreint, quelques centaines, sont opportunistes et peuvent devenir pathogènes pour l'homme et les animaux. Enfin, diverses espèces sont symbiotiques, soit associées à des algues (dans les lichens), soit associées à des racines (constituant les mycorhizes).(26)

L'organisation cellulaire de base des champignons est le thalle qui constitue l'appareil végétatif (généralement en phase haploïde). Celui-ci se caractérise par une grande variété de structures, qui vont d'une forme unicellulaire (levure) à, le plus souvent, une forme filamenteuse, pouvant présenter un degré considérable de différenciation. L'ensemble des filaments (ou hyphes) est appelé mycélium. Il n'existe jamais de véritables tissus comme chez les plantes supérieures ou chez les animaux. Ils se reproduisent par des spores, selon un mode asexué et/ou sexué.(20)

2- Classification des champignons :

2-1- Les Chytridiomycètes

Ces champignons, souvent unicellulaires, sont probablement proches des algues. Sans pathogénicité pour l'homme, ils peuvent être responsables de zoonoses chez les amphibiens.(12)

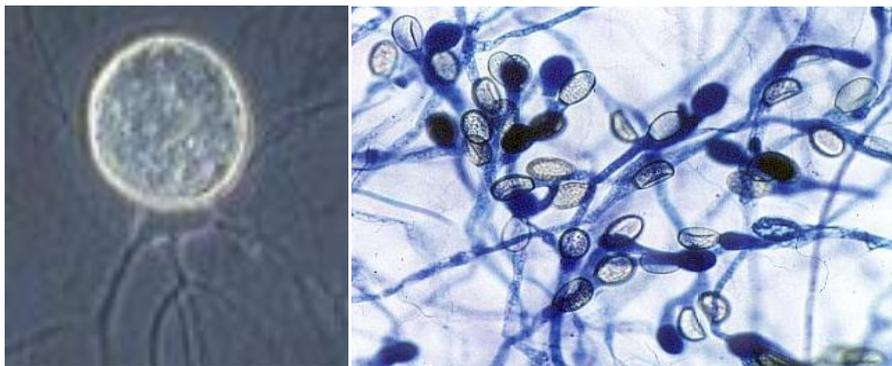


Figure n° 05 : les chytridiomyces

2-2- Les Zygomycètes

Les Zygomycètes, qui comprennent environ 200 espèces, rassemblent des champignons saprophytes, ainsi que des champignons parasites d'insectes

(Entomophthorales), de Nématodes et d'Amibes (Zoopagales), et de plantes. Les Mucorales comprennent un grand nombre de moisissures saprophytes, mais aussi quelques espèces parasites des champignons, des animaux et des hommes (mucormycoses).(20)

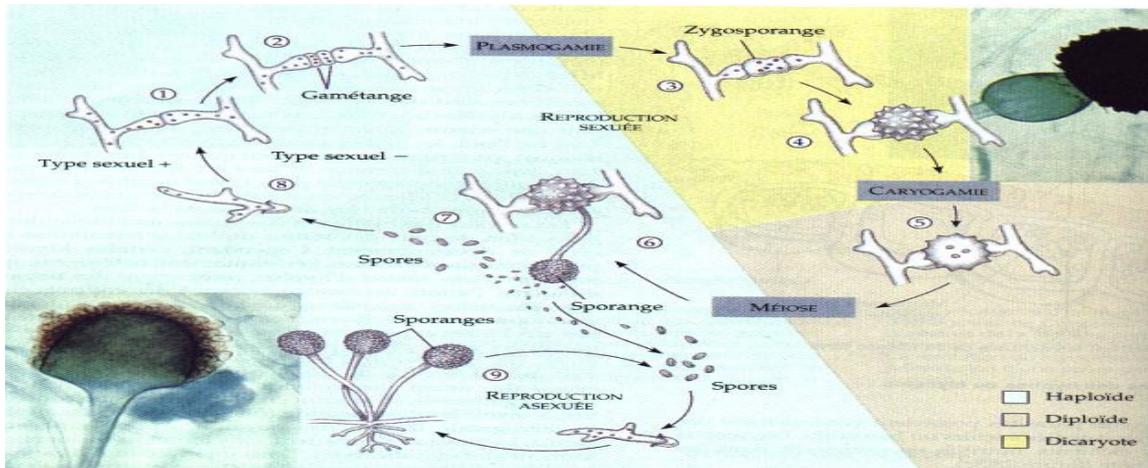


Figure n° 6 : Le cycle de développement des zygomycètes(26)

- 1- Des mycéliums de types sexuels opposés
- 2- forment des prolongements appelés gamétanges cloisonnés à plusieurs noyaux.
- 3- Les gamétanges haploïdes fusionnent et forment un zysporange diploïde.
- 4- La cellule se recouvre d'un revêtement épais et rugueux pour résister aux rigueurs du climat.
- 5- Lorsque les conditions s'améliorent, la méiose survient
- 6- Le zygosporange germe et produit des petits sporanges
- 7- Les spores haploïdes se dispersent
- 8- Les spores germent et deviennent des nouveaux mycéliums

2-3- Les Ascomycètes

Les Ascomycètes comprennent environ 15.000 espèces, auxquelles il faut ajouter un nombre à peu près équivalent d'espèces lichénisantes. De nombreuses espèces sont utilisées pour la fabrication d'antibiotiques, de médicaments, pour des fermentations. Certaines sont très recherchées pour leur valeur gastronomique (Morilles, Truffes). Quelques unes sont de redoutables parasites des végétaux, des animaux et des hommes.(20)

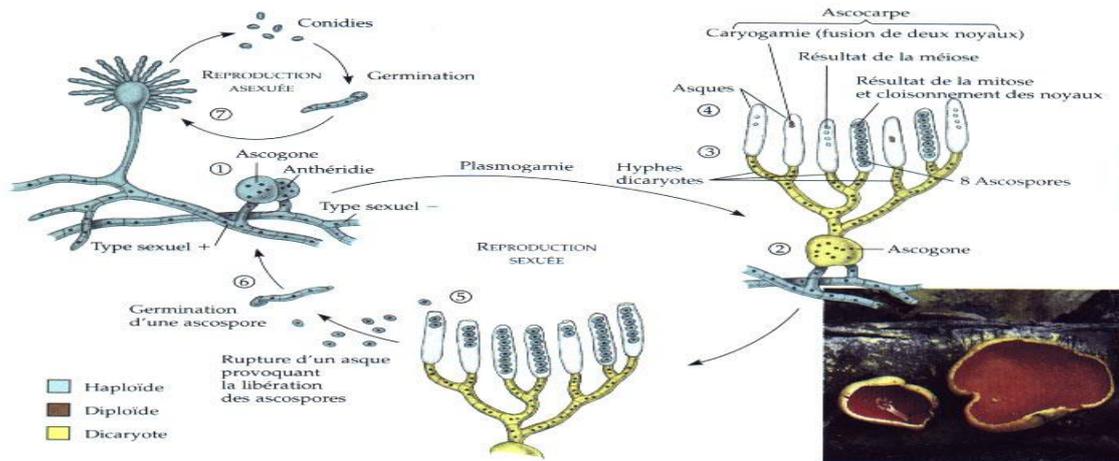


Figure n°7 : Le cycle de développement des ascomycètes (26)

- 1- Des mycéliums de types sexuels opposés s'entrelacent et produisent un gamétocyste appelé ascogone
- 2- L'ascogone possède ainsi un échantillon des noyaux des deux parents.
- 3- L'ascogone produit des hyphes qui forment un ensemble ascocarpe
- 4- Les extrémités des hyphes sont séparées en asques. La fusion des noyaux s'y produit, suivi d'une méiose et d'une mitose, ce qui donne huit noyaux haploïdes. Une paroi cellulaire se développe autour de chaque noyau pour donner des ascospores
- 5- Arrivées à maturité, toutes les ascospores sortent par l'extrémité de l'asque.
- 6- La germination des ascospores donne naissance à des nouveaux mycéliums haploïdes
- 7- Les ascospores peuvent aussi se reproduire de façon asexuée en produisant des spores aériennes appelées conidies

2-4- Les Basidiomycètes

Les Basidiomycètes, dont il existe environ 20.000 espèces, sont les champignons que l'on peut considérer comme les plus perfectionnés. Ils comprennent de nombreuses espèces à fructification développées ou carpophores (Cèpes, Amanites, etc.).(20)

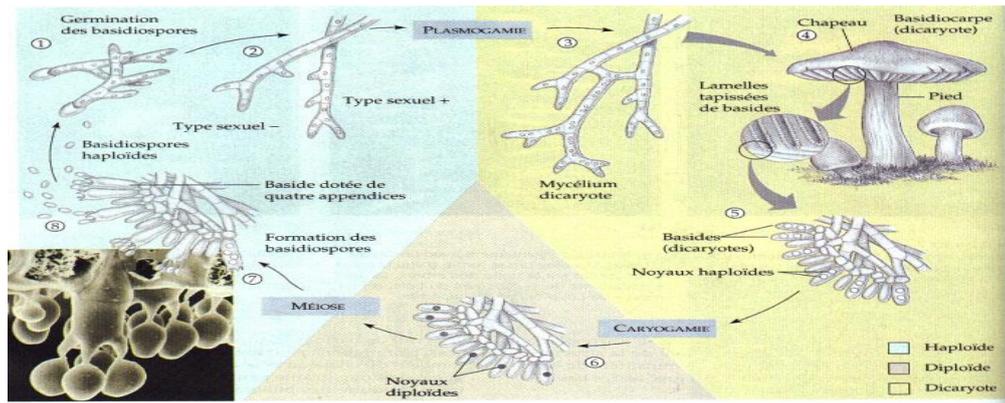


Figure n°8 : Le cycle de développement des basidiomycètes(26)

- 1- Les spores germent et donnent des hyphes haploïdes
- 2- Les hyphes de types sexuels différents fusionnent.
- 3- Il en résulte un mycélium dicaryote (à deux noyaux) qui se développe plus vite et refoule les hyphes parentaux.
- 4- Après s'être développé suffisamment, le mycélium dicaryote développe des masses compactes qui deviennent un champignon avec son chapeau.
- 5- Sous le chapeau, il se développe des basides qui émettent des spores

2-5- Les Deutéromycètes

Encore appelés Adélomycètes, Fungi imperfecti (Champignons imparfaits), les Deutéromycètes ne constituent pas un groupe naturel, mais d'un ensemble artificiel regroupant environ 15.000 espèces (plus du quart des champignons actuellement connus) ne présentant jamais, ou très exceptionnellement, de forme de reproduction sexuée. La plupart présentent, néanmoins, des affinités d'Ascomycètes. Ils se reproduisent uniquement par voie végétative au moyen de spores asexuées ou par simple fragmentation du mycélium. Ils sont responsables d'un grand nombre de maladies des végétaux et humaines.(11)



Figure n°09 : les Deutéromycètes (*Aspergillus conidios*)

3- Thalle végétatif

La grande majorité des champignons se présentent sous une forme filamenteuse, caractérisée par une structure tubulaire, ramifiée, et plurinucléé. Le diamètre des hyphes varie considérablement en fonction des conditions de l'environnement, de leur position dans la colonie, et surtout d'une espèce à l'autre, de 3-4 μm à plus de 10 μm .(11)

Le plus souvent, les hyphes sont cloisonnées par des cloisons qui divisent le filament en segments (articles) similaires à des cellules (Eumycètes supérieurs), d'une longueur d'environ 50 μm (*Neurospora crassa*) ou beaucoup plus pour le segment apical. La présence de pores traversant ces cloisons, de structure plus ou moins complexe selon les groupes fongiques, permet le passage intercellulaire du cytoplasme et d'organites subcellulaires, et même de noyaux qui peuvent ainsi migrer au sein du mycélium sur des distances relativement importantes. Ces pores peuvent être obturés par des structures sphéroïdes, les corps de Woronin, qui isolent ainsi un article en cas de lésion, par exemple. (20)

Selon les groupes de champignons (et plus précisément, selon le degré de synchronisme entre les mitoses et la formation des cloisons), le nombre de noyaux par segments varie de un à plus d'une centaine, et est généralement plus élevé dans les segments apicaux où le champignon est en phase de croissance active. Ainsi, les Basidiomycètes possèdent typiquement un mycélium dicaryotique, avec deux noyaux par segments. Les levures possèdent un noyau par cellule.(11)

Chez les Zygomycètes (Eumycètes inférieurs), les hyphes ne sont généralement pas cloisonnées (mycélium siphonné ou coenocytique) et les noyaux cohabitent dans le cytoplasme commun. (11)

La croissance des filaments permet la dissémination du champignon et sa pénétration dans les substrats. Une spore déposée sur un milieu de culture solide (gélifié) produit, après quelques heures, une (ou plusieurs) hyphes qui s'allonge d'abord de manière exponentielle, puis de façon linéaire lorsqu'une vitesse maximum de croissance, qui varie selon les espèces de 20 à 100 $\mu\text{m min}^{-1}$, est atteinte.

La croissance des hyphes nécessite la biosynthèse de composants pariétaux, dont le mieux étudié est la chitine. Le précurseur de la chitine, l'uridine diphosphate *N*-acétylglucosamine, est transformé en chitine sous l'action de chitine-synthase. Celle-ci est présente, sous forme de zymogène anactif, dans des chitosomes, qui fusionnent avec la membrane plasmique tandis qu'une enzyme protéolytique catalyse la formation de la chitine-synthase active.

Le maintien d'une croissance optimale nécessite la conservation d'une polarité de croissance à l'extrémité de l'hyphe, résultant du transport polarisé des vésicules vers l'apex. Le mécanisme, probablement électrique, à l'origine de ce mouvement n'est pas élucidé.

Lorsque la quantité de matériaux nécessaires à la croissance devient trop importante à l'apex, des ramifications latérales peuvent apparaître, puis des nouvelles ramifications sur celles-ci, chacune s'éloignant de l'autre pour exploiter plus efficacement les éléments nutritifs (autotropisme négatif), conduisant à la formation d'une colonie approximativement circulaire de mycélium indifférencié.

Plus ou moins loin en arrière, les filaments peuvent présenter des sites d'allongements latéraux avec la mise en place d'un nouveau système apical d'extension. Ce mécanisme est à l'origine des ramifications du thalle, conduisant à l'édification d'un mycélium à front de croissance circulaire, caractéristique d'une colonie fongique.

Les colonies fongiques comprennent quatre zones concentriques. Dans la zone d'extension de la colonie, la plus périphérique, les ramifications peuvent être monopodiales, sympodiales ou dichotomiques. Plus à l'intérieur se situent la zone de production, où a lieu l'essentiel de l'augmentation de la biomasse, puis la zone de fructification, où l'augmentation de la biomasse a cessée et où les spores sont formées. Enfin, au centre se situe la zone âgée, correspondant à la phase de déclin de croissance.

La croissance fongique ne se déroule pas seulement en surface du milieu de culture, mais également en profondeur et en hauteur. La pénétration des hyphes dans le substrat facilite l'accès aux éléments nutritifs, tandis que la production de filaments aériens permet l'accès à de nouveaux substrats non immédiatement en contact avec le milieu de culture déjà colonisé (stolons des *Rhizopus* et *Absidia*).

La fusion des hyphes est commune chez les champignons, aussi bien lors du processus de reproduction sexuée qu'au cours de la croissance végétative. Dans ce deuxième cas, elle correspond au phénomène d'anastomose des hyphes, répandu essentiellement chez les champignons supérieurs et quelques Zygomycètes, où les hyphes, plutôt que de s'éloigner les unes des autres, se rapprochent selon un mode d'autotropisme positif. L'anastomose permet un transport rapide de protoplasme et de substances nutritives à n'importe quel point de la colonie, facilitant ainsi la fructification, et le mélange d'individus différents (mais génétiquement identiques) pour éviter la compétition entre génotypes identiques. Les champignons peuvent ainsi réaliser une recombinaison asexuée (parasexualité) du matériel génétique, contribuant à maintenir une variabilité génétique élevée au sein d'un même mycélium. Si les conditions le permettent, la croissance de certains champignons semble pouvoir se maintenir indéfiniment. Des cultures de Basidiomycètes peuvent se poursuivre durant des siècles dans la nature, et un clone d'*Armillaria bulbosa* se développant dans une forêt canadienne a été estimé âgé de 1.500 ans. Au laboratoire, il est possible de maintenir indéfiniment des cultures par subculture régulière dans un milieu neuf. Toutefois, certaines espèces font l'objet du phénomène de sénescence (*Neurospora crassa*, *Aspergillus amstelodami*, *Podospora anserina*).

Au cours de la phase végétative, les hyphes restent généralement indifférenciés et inorganisés. Seuls quelques groupes fongiques sont capables de produire certaines structures différenciées de leurs filaments végétatifs. Des modifications morphologiques plus ou moins importantes des filaments et des parois peuvent survenir, conduisant à la formation de vésicules (généralement des formes de dégénérescence) ; d'épaississements terminaux (organes pectinés) ou d'un article (cellules en noisettes) ; de chlamydozoïdes (formes de résistance); de boucles (système de capture de nématodes). Les filaments peuvent également s'agglomérer et former des structures variables, telles que des mèches (ou cordons, simple agglomération de filaments parallèles) ; des corémies (ou synémas ou graphiums, mèches se terminant par un bouquet de spores) ; des sclérotés (enchevêtrement sphérique de filaments, entourés de filaments plus épais et mélanisés jouant un rôle de conservation). (20)

Un certain nombre de champignons présentent un thalle unicellulaire (comme chez les levures). Quelquefois, le thalle est fait de pseudofilaments, formé de levures très allongées qui restent attachées les unes aux autres (*Candida*).

Selon les circonstances, certains champignons peuvent se développer, soit sous forme de filaments, soit sous forme de levures. Ainsi, *Sporothrix schenckii*, *Histoplasma capsulatum*, *Blastomyces dermatitidis*, *Paracoccidioides brasiliensis*, se développent sous forme de filaments sur les milieux de cultures usuels et dans la nature, et sous forme de levures dans les tissus parasités (dimorphisme). (11)

4- Propagation

Le processus de propagation le plus simple ne fait intervenir que des phénomènes de croissance (bouturage). (23)

Les champignons se propagent d'une façon plus efficace quand il y a différenciation d'organes. Les champignons peuvent alors se multiplier selon un mode asexué ou un mode sexué (selon les espèces, les champignons possèdent ces deux modes de reproduction, ou le premier seulement). Dans le premier type de multiplication (mode anamorphe, ou forme "imparfaite"), des processus de différenciation aboutissent, sans phénomène méiotique, à la formation de spores asexuées (multiplication végétative). Dans le second type de multiplication (mode téléomorphe, ou forme "forme parfaite") interviennent la conjugaison de thalles différents, la conjugaison des noyaux, une réduction chromatique, pour conduire à la formation de spores sexuées (zygospores, ascospores ou basidiospores). L'existence des deux modes de reproduction, qui peuvent être présents simultanément ou séparément, réalise l'holomorphe. (26)

Lorsque seuls des phénomènes de croissance sont observés, on parle de mycéliums stériles (*mycelia sterila*) qui sont généralement non identifiables.

4-1- Multiplication asexuée :

Il existe fondamentalement deux modes de formation des spores asexuées : i) le mode endogène, où les spores (endospores) sont formées et contenues à l'intérieur d'une enveloppe portée par un filament mycélien (Zygomycètes : Mucorales, Entomophthorales), ii) le mode exogène, où les spores (spores externes ou conidies) sont formées et émises successivement à l'extérieur du mycélium qui leur a donné naissance (Ascomycètes et Basidiomycètes). (28)

4-1-1 Levures (blastomycètes)

Les levures sont un cas particulier de forme fongique unicellulaire possédant un seul noyau par cellule, existant dans de nombreux groupes de champignons. Les levures se distinguent en premier lieu par leur mode de division cellulaire : le bourgeonnement ou, beaucoup plus rarement, la fission. Dans le premier cas, la cellule mère produit un bourgeon (blastoconidie), qui va se séparer après formation d'une cloison (septum) et donner naissance à une cellule fille. Dans le deuxième cas, la cellule ne bourgeonne pas mais s'allonge, et sa division par le milieu après formation d'un septum donnera naissance à deux cellules filles. Certaines levures possèdent une capsule polysaccharidique (Cryptococcus).(27)

Certaines levures peuvent présenter une étape filamenteuse au cours de leur cycle de multiplication ou selon leur condition de vie (Candida albicans).

4-1-2 Champignons filamenteux (hyphomycètes)

La multiplication asexuée des Oomycètes se réalise le plus souvent par l'intermédiaire de zoospores biflagellées, l'un des flagelles étant antérieur et l'autre postérieur. En réalité, la distinction entre zoospores mobiles et spores immobiles reste imprécise, car il n'est pas rare que les zoospores s'enkystent, c'est-à-dire se transforment en spores. Chez certaines espèces (Saprolegniales), il peut y avoir deux stades flagellés (des zoospores de première génération atypiques, deux flagelles apicaux identiques, s'enkystent puis libèrent des zoospores typiques de deuxième génération, dont la germination produit un mycélium. Il existe des espèces aériennes dont les sporocyste produisent des spores qui, soit donnent naissance à des zoospores lorsqu'elles se trouvent en contact avec l'eau (rosée, goutte d'eau) présente sur la plante hôte, soit émettent directement un mycélium. (27)

Les Chytridiomycètes possèdent des spores mobiles uniflagellées.

Les Zygomycètes sont des champignons inférieurs au thalle non cloisonné, mais qui ne possèdent jamais de zoospores mobiles. Les spores endogènes (ou endospores) caractérisent les Zygomycètes. Lors de la sporogénèse, un filament mycélien (sporocystosphère) se dresse à partir du mycélium végétatif et son extrémité se renfle pour former le sporocyste (ou sporange). Une spore unique (Entomophthorales) ou un grand

nombre de spores (Mucorales) sont produites au sein du sporocyste après division de son cytoplasme et est/sont libérée(s) après rupture de la paroi du sporocyste. Ces endospores germent en donnant directement naissance à un mycélium.

La reproduction asexuée des Ascomycètes et les Basidiomycètes s'effectue par l'intermédiaire de spores exogènes (ou conidies). Toutefois, elle joue un rôle bien plus secondaire chez les seconds que chez les premiers, en raison du perfectionnement des organes de la reproduction sexuée (basides). La grande diversité des mécanismes de production des conidies a été utilisée à des fins de taxonomie des champignons. Les critères de classification reposent essentiellement sur le mode de fonctionnement des cellules conidiogènes. Celles-ci sont portées par le conidiophore, qui, dans sa forme la plus simple, se confond avec la cellule conidiogène, et peut aussi être de structure plus complexe (ramifié, verticillé, pigmenté, etc.) et différencié par rapport au mycélium d'origine.

Deux modes de conidiogénèse sont reconnus, dont l'observation est à la base de l'identification usuelle des champignons : le mode blastique, dans lequel la conidie prend naissance (bourgeoisement) à partir d'une cellule conidiogène et s'en individualise (blastoconidie) par formation d'une cloison ; le mode thalique, dans lequel un filament, qui cesse de s'accroître, se cloisonne de façon répétée pour individualiser les conidies (thalloconidie).

Chez les champignons filamenteux, la conidiogénèse blastique se réalise à partir d'une cellule plus ou moins différenciée, la cellule conidiogène, et peut prendre différentes formes :

- blastique solitaire, où une seule spore est produite isolément par la cellule conidiogène (*Humicola*),
- blastique acropète, où chaque conidie bourgeoine à son tour, conduisant à la formation de chaînes de conidies (la plus âgée étant à la base de la chaîne) (*Cladosporium*) (blastospores),
- blastique synchrone, où les conidies sont formées simultanément à partir de la cellule conidiogène (*Botrytis*),
- blastique sympodiale, où la cellule conidiogène reprend sa croissance latéralement après formation de chaque conidie (*Ceratocystis*) (sympodulospores),

- blastique régressive, où les conidies se forment successivement à partir de l'extrémité de la cellule conidiogène (Trichothecium),
- blastique annelidique, où la cellule conidiogène poursuit sa croissance en formant un anneau après la formation de chaque conidie, la plus jeune repoussant la plus ancienne (Scopulariopsis) (annelospores),
- blastique phialidique, où la cellule conidiogène se différencie en phialide à l'extrémité d'un stipe, produisant successivement un grand nombre de conidies (phialospores). Ces dernières restent agglomérées en amas ou bouquet (Acremonium), ou sont produites en chaîne (Penicillium, Aspergillus). (27)

Dans la conidiogénèse thalliche, la diversité est beaucoup moins grande. On distingue les types :

- thalliche arthrique avec fragmentation progressive du filament en conidies alignées (Geotrichum) (arthrospores),
- thalliche solitaire où la partie terminale du filament se cloisonne et devient conidie (Microsporum) (aleuriospores).

Certains champignons présentent simultanément plusieurs types de reproduction asexuée (polymorphisme). Certaines espèces produisent des conidies de différentes tailles : micro- et macroconidies (Fusarium, Dermatophytes) ; d'autres présentent simultanément plusieurs types de conidiogénèse (types blastique phialidique, polyblastique et blastique acropète de Fonsecaea pedrosoi).

4-2-Spores de résistance

Il existe chez tous les champignons, des spores de résistance appelées chlamydospores, formées de façon terminale ou intercalaire, isolées ou en chaînes. Elles caractérisent par leur abondance certains Fusarium, Mucor racemosus et l'espèce Candida albicans lorsque celle-ci est cultivée sur un milieu sans glucose. (27)

4-3- Reproduction sexuée

Alors que les noyaux de spores asexuées se forment par simple mitose, les noyaux des spores sexuées se forment après des processus plus complexes. La première étape est la plasmogamie qui réunit dans un même thalle deux noyaux compatibles (à noter que deux

thalles fusionnent, non pas parce qu'ils sont de sexe différent, mais parce qu'ils sont dotés d'une compatibilité génétique : on désigne les thalles complémentaires par + et - ou A et a); avant de fusionner, les noyaux vont cohabiter durant une phase (dicaryophase) plus ou moins longue (le couple de noyaux compatibles prend le nom de dicaryon) ; la deuxième étape, appelée caryogamie, correspond à la conjugaison de noyaux haploïdes pour donner un noyau diploïde ; la troisième étape est une division réductrice ou méiose, qui conduit à des noyaux à nouveau haploïdes. (24)

Chez de nombreuses espèces, la reproduction sexuée implique des organes de fécondation morphologiquement similaires (isogamie) auxquels il n'est pas possible d'attribuer un sexe. Chez d'autres, la fusion cellulaire a lieu entre cellules différenciées (anisogamie). A noter que, dans ce dernier cas, les champignons sont hermaphrodites, c'est-à-dire que chaque thalle produit des organes mâles et femelles. Les organes qui donnent naissance aux spores sexuées (méiospores) sont appelés gamétocystes, et prennent le nom d'anthéridie (organe mâle) et d'oogone (organe femelle ; appelé ascogone chez les Ascomycètes) lorsqu'ils sont différenciés. (20)

Chez les Chytridiomycètes, qui sont les champignons les plus "primitifs", la fécondation se fait par des gamètes libres et mobiles.

Chez tous les autres champignons, les gamétocystes ne produisent plus de gamètes, mais fusionnent directement (plasmogamie).

Chez les Zygomycètes, les gamétocystes correspondent à de simples parties terminales d'hyphes, dont les fonctions sont identiques (on ne leur attribue donc pas de sexe). Après contact (sous l'influence de phéromones, comme l'acide trisporique qui joue un rôle dans la différenciation des gamétocystes et leur attraction), la plasmogamie a lieu après lyse des parois mitoyennes, avant la caryogamie et la méiose. Selon les espèces, la caryogamie et la méiose n'occupent pas la même position dans le cycle de développement. De plus, les Zygomycètes peuvent être soit homothalliques (lorsque les fructifications sexuées se forment à partir d'un thalle issu d'une spore), soit hétérothalliques (lorsqu'il est nécessaire de confronter deux thalles issus de spores différentes). Une spore sexuée (zygote ou zygosporé) unique, à paroi épaisse (elle constitue une forme de résistance), brune et souvent ornementée, est alors produite par simple transformation des gamétocystes initiaux. Puis, lorsque les conditions sont favorables, la zygosporé produit un sporocyste de

germination dont le cytoplasme se divise en particules nucléées qui vont devenir des endospores. A maturité, la paroi du sporocyste (péridium) se rompt et les endospores ainsi libérées vont pouvoir produire le nouveau mycélium végétatif.

Chez les Ascomycètes, la fécondation de l'oogone (qui prend le nom d'ascogone) par l'anthéridie donne naissance à des filaments ascogènes qui vont porter des asques (équivalent au sporocyste), sortes de poches à paroi mince à l'intérieur desquelles se forment les méiospores (ascospores). Selon les genres, les asques restent dispersées ou sont regroupées au sein de structures (ascocarpes) de complexité variable. On distingue ainsi : i) le gymnothèce, dont la paroi est composée d'hyphes entrelacées et qui ne possède pas d'ouverture, ii) le cléistothèce, également sans ouverture, dont la paroi est plus structurée donnant l'aspect d'un faux tissu, et au sein duquel les asques sont disposées sans ordre, iii) le périthèce, dont la paroi est également composée d'un faux tissu et présente le plus souvent une ouverture (ostiole), iv) l'apothécie, se présentant sous la forme d'une coupe largement ouverte (Peziza)

Chez les Basidiomycètes, la différenciation sexuelle des gamétocystes est réduite puisque la conjugaison a lieu entre cellules de deux articles banals. La formation des spores sexuées intervenant tardivement, il existe, chez ces espèces, un stade dicaryotique prolongé qui se manifeste par l'existence de crochets (ou anse) de conjugaison. Le sporocyste prend le nom de baside, les méiospores de basidiospores. Dans les cas les plus simples, les basides se forment directement sur le mycélium (*Filobasidiella neoformans*), alors que dans d'autres cas, les basides sont portées par une structure complexe souvent de grande taille, le basidiocarpe ou carpophore (*Agaricus bisporus*, *Coprinus comatus*, etc.). Celui se différencie en un pied (stipe) et un chapeau (pileus) qui porte l'hyménium, constitué en particulier des basides qui portent les basidiospores.

5- Les facteurs influençant sur la croissance des champignons :

a) La température :

La plus part des champignons sont mésophiles avec des optimal de croissance de 25 à 35 °C. En général, 25 °C est une bonne température pour le développement de ces microorganismes. Quelques espèces sont thermo-tolérantes (20-50°C), la température

limites de développement est de 60-62°C. Les thermophiles jouent un rôle important pour le compostage (température optimale de croissance supérieure à 45°C).

Les champignons thermo-tolérants peuvent aussi bien croître a haute température et à 20°C, *Aspergillus fumigatus* en est un bon exemple. Certaines espèces sont psychrophiles ou psychrotolérantes et se développent a des températures inférieures a 2CC (*Cladosporium herbarum, fusarium nivale, thamnidium elegans*).

b) Le pH :

La grande majorité des champignons peut se développer dans une zone de pH de 4,5-8,0. Les optima se situent entre 5,5-7,7, Cependant, les enzymes extracellulaires produites dans les milieux complexes peuvent avoir des optima de pH d'activité très différents (plus acides ou plus basiques), par exemple, certaines protéases fongiques ont des optima de pH 2,0-5,0.

Les champignons modifient souvent le pH du milieu par absorption sélective et par production de CO₂ ou de NH₃ ou par production d'acides organiques.

S'ils existent des champignons acidophiles (croissance à des pH inférieurs à 4,5) ou acido-tolérants, il n'existe pas de vrais basophiles (au contraire des bactéries).

Quelques espèces d'*Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium* peuvent se développer à pH 2,0 et *Aconitium velatum* peut même croître dans une solution 2,5 N de H₂SO₄ en présence de CuSO₄ 4%. Il peut commencer sa croissance à pH 7,0 mais rapidement abaisse le pH du milieu à 3,0.

c) L'aération :

La majorité des champignons sont aérobies à l'exception de quelques espèces qui sont micro aérophiles (*Allomyces*). Cependant, de nombreuses moisissures et levures peuvent fermenter les glucides (*Fusarium oxysporum, mucor hiemalis, Aspergillus fumigatus*).

Quelques espèces sont anaérobies strictes (*Neocallimastix frontalis, Sphaeromonas commuais, Piromonas*) et colonisent des biotopes particulières (rumen par exemple).

d) L'eau :

L'activité de l'eau (qui varie de 0 à 1 pour l'eau distillé) est équivalente à l'humidité relative à l'équilibre qui varie de 0 à 100%, les limites de la disponibilité en eau pour que les champignons croissent sont 65%.

Les champignons représentent le groupe de micro-organismes qui possède les espèces les plus xérophiles. La synthèse des sucres alcools est un moyen pour les champignons de maintenir leur

Pression osmotique intracellulaire.

e) La lumière :

Beaucoup de champignons n'exigent pas de lumière pour sporuler. Chez *Sphaerobolus stellatus*, la lumière de longueur d'onde inférieure à 500 nm déclenche la germination et le développement du sporophore pendant 8 premiers jours, mais pendant les 4-5 jours précédents la décharge sporale, la lumière de longueur d'onde supérieure à 550 nm est inhibitrice. Les radiations rouges ou jaunes n'interrompent pas la sporulation alors que les radiations bleues sont inhibitrices. (24)

6- Les effets utiles et nuisibles des champignons :

Il existe deux catégories de champignons, les champignons nuisibles et les champignons utiles.

1. Effets utiles :

❖ Effets gastronomiques :

Les champignons utiles (les comestibles) sont souvent utilisés en cuisine. *Exemples: la trompette de la mort, la girolle, le cèpe etc...*(22)

Les champignons ont un grand intérêt gastronomique. Leur valeur est surtout gustative car ils contiennent près de 90% d'eau. Plus proches de la viande que des légumes par leurs apports en sels minéraux (phosphore, potassium, fer) et en protéines, ils sont pauvres en graisse mais riches en vitamines B.(21)

❖ **les symbioses :**

Les mycètes peuvent s'associer très fortement avec d'autres microbes, les plantes supérieures et l'homme ou elles tirent des hydrates de carbone de son hôte tout en lui fournissant certains nutriments et lui assurant une certaine protection vis-à-vis des prédateurs, d'herbivores et d'agents pathogènes. (25)

Des associations mycètes – plantes sont fréquentes et sont appelées mycorhizes, leur présence augmente l'absorption des nutriments par les racines et la performance des plantes.

❖ **La décomposition :**

Les mycètes grands décomposeurs de matières organiques, les champignons saprophytes se développent sur les matériaux les plus divers dès que l'humidité et la température sont favorables : récolte de céréales, fruits, légumes, tissus, cuirs, bois d'habitation, livres, voire certains plastiques.(27)

❖ **La bioremédiation :**

Les champignons utiles à la dégradation des produits chimiques dangereux, Du point de vue de la recherche, les champignons pourraient donc être des éléments centraux des nouvelles biotechnologies. Entre autres choses, ils interviendraient dans le nettoyage de l'air, des eaux et des sols pollués. La plupart des champignons efficaces dans la dégradation des polluants appartiennent aux embranchements des ascomycètes (Ascomycota) et des basidiomycètes (Basidiomycota), néanmoins d'autres souches sont encore aujourd'hui à découvrir.(27)

Les champignons peuvent sans doute être utilisés pour le traitement de pollutions beaucoup plus spécifiques : ainsi, des filaments séchés de *Rhizopus arrhizus* absorbent le cadmium, un métal lourd très dangereux, dans les eaux usées

❖ **Le contrôle biologique :**

Des champignons utilisés pour lutter contre les mauvaises herbes (mycoherbicides)
Les champignons sont actuellement les pathogènes les plus susceptibles d'être efficaces car ils sont faciles à manipuler et ont la capacité de pénétrer d'eux-mêmes une plante hôte.

Ils sont appliqués en lâchers inondatifs : on disperse uniformément et régulièrement une abondante quantité d'inoculum sur une population de mauvaises herbes dans le but de provoquer rapidement une épidémie chez les plantes.(27)

La lutte biologique contre les petits animaux nuisibles constitue un autre domaine où les champignons ont de l'avenir. Les vers du groupe des nématodes (qui causent de gros dégâts dans les cultures), ou les criquets, peuvent être détruits par des champignons prédateurs (qui servent donc de biopesticides). Les spores du champignon, qui se sont déposées sur l'animal, germent et forment un mycélium qui pénètre à l'intérieur du corps et l'envahit rapidement, perturbant gravement les fonctions vitales de l'animal, qui meurt en quelques jours.(11)

❖ **Les produits industriels importantes des mycètes :**

Certaines moisissures permettent la fabrication d'antibiotiques telle la pénicilline, et d'autres, comme les levures, permettent la fermentation, sans lesquelles le pain, le vin, le fromage et la bière ne seraient pas ce qu'ils sont.

Ils rendent aussi de grands services dans les domaines de la santé, Ils produisent des médicaments comme la cyclosporine qui sert à prévenir le rejet des greffes d'organes.

L'industrie chimique utilise aussi des champignons pour produire les acides, des enzymes pour les lessives et des colorants.

2. Les effets nuisibles des mycètes :

❖ **La biodétérioration :**

Les mêmes enzymes extracellulaires qui sont impliquées dans la dégradation des détritits et le recyclage des nutriments dans la biosphère peuvent provoques des pertes économiques massives si elles interviennent dans des circonstances non voulues.(27)

Les mycètes peuvent attaquer et utiliser comme substrat du papier, de cuir et des hydrocarbonés mais peuvent aussi altérer d'autres substances comme par exemple le verre et le métal grâce à l'acide qu'ils peuvent produire au cours de leur croissance.(11)

❖ Les maladies végétales :

Les mycètes sont capables d'attaquer toutes les espèces de plantes, provoquant des dégâts sérieux et dans certaines circonstances, la mort.(03)

❖ Les maladies humaines et animales :

L'épiderme humain et animal peut être infecté par des mycètes, provoquant des lésions superficielles et une gêne comme la dermatomycose, le muguet et le pied d'athlète. (03)

7- Les mycoses :

Les mycoses, ou infections fongiques sont des maladies provoquées par des champignons microscopiques. Traditionnellement, les infections causées par les actinomycètes aérobies (*Nocardia*, *Actinomadura*, *Streptomyces*), qui sont des bactéries, sont traitées en mycologie médicale.(27)

7-1- Habitat des champignons pathogènes :

Les agents des mycoses peuvent avoir une origine endogène ou exogène.

Les champignons d'origine endogènes sont représentés essentiellement par *C. albicans*. Cette levure vit exclusivement dans le tube digestif de l'homme et de certains animaux. La peau, contrairement aux muqueuses, n'est porteuse de *C. albicans* que dans des cas pathologiques. Par contre, une dizaine d'autres espèces de *Candida* (*Candida tropicalis*, *Candida krusei*, *Candida parapsilosis*, *Candida pseudotropicalis*, *Candida glabrata*, etc.), et quelques espèces de *Geotrichum*, sont habituellement saprophytes des muqueuses et des téguments, mais se trouvent également dans la nature.

L'origine exogène caractérise l'immense majorité des cas de champignons pathogènes ou potentiellement pathogènes. D'une manière générale, ils sont retrouvés dans le sol (*H. capsulatum*, *C. neoformans*, *A. fumigatus*, agents des mucormycoses) et quelquefois dans les niches écologiques constituées par des substrats organiques variés.

7-2 Adaptation à la vie parasitaire et pouvoir pathogène :

Les champignons regroupent un nombre considérable d'espèces, estimé entre 100.000 et 250.000, largement répandus dans la nature : le sol, l'air ou l'eau et éventuellement sur des organismes vivants de nature animale ou végétale. Sur ce nombre, peu d'espèces fongiques sont impliquées dans la pathologie humaine et vétérinaire. Leur nombre est estimé à moins de 300, mais il s'élève chaque année car de plus en plus d'espèces considérées comme saprophytes deviennent capables de provoquer une infection à l'occasion de modifications générales ou locales du terrain de l'hôte.(11)

Seules quelques espèces peuvent être considérées comme d'authentiques parasites (dermatophytes anthropophiles: *Microsporum audouinii*, *Microsporum ferrugineum*, *Trichophyton schoenleinii*, *Triphophyton concentricum*, *Epidermophyton floccosum*).

Un groupe de champignons, parfois très infectieux, renferme des espèces dont le niveau d'adaptation parasitaire est plus variable : *Coccidioides immitis*, *H. capsulatum*, *B. dermatitidis*, *S. schenckii*. La primo-infection est quasiment obligatoire en zone endémique et dans la plupart des cas, elle reste cliniquement inapparente ou ne se traduit que par des manifestations pathologiques discrètes. La guérison est habituellement spontanée ; toutefois un inoculum important, une souche particulièrement virulente ou un état d'immunodépression, peuvent conduire à une infection patente.(23)

Enfin, de très nombreux agents des mycoses sont des espèces opportunistes. Leur prolifération dans les tissus est un événement occasionnel qui n'est rendu possible que par des modifications générales ou locales du terrain de l'hôte (facteurs favorisants) : *C. albicans*, *C. neoformans*, *A. fumigatus*, etc.(28)

7-3 Modes de contamination et de dissémination :

Des champignons endogènes acquis dès la naissance et/ou au cours de la vie, possèdent un caractère saprophytique obligatoire, mais qui n'est pas toujours permanent. *C. albicans* pénètre par la muqueuse du tractus digestif (mais peut aussi occasionnellement être introduit par l'intermédiaire des cathéters).(21)

Les champignons exogènes, sont généralement véhiculés par l'air et/ou les poussières. Ils sont le plus souvent inhalés (*A. fumigatus*, *H. capsulatum*, *C. immitis*, etc.),

mais d'autres voies d'entrée dans l'organisme, variant avec l'espèce fongique en cause, existent : micro-effraction cutanée (dermatophytes), inoculation dans les téguments (*S. schenckii*, agents de la chromoblastomycose, agents des mycétomes).

Certains champignons sont susceptibles d'utiliser plusieurs voies de pénétration : *C. neoformans* envahit souvent l'organisme par voie respiratoire mais peut aussi pénétrer par la peau ; la porte d'entrée habituelle de *B. dermatitidis* est pulmonaire, mais son inoculation cutanée n'est pas rare. (27)

L'extension locale dépend en partie des propriétés physiologiques des champignons : extension centrifuge des champignons kératinophiles comme les dermatophytes, adhérence cellulaire des *Candida*, perforation cellulaire par les filaments des *Aspergillus* et des *Candida*.

La dissémination relève généralement d'un passage du champignon dans les vaisseaux : septicémie d'origine veineuse par envahissement progressif. L'absorption digestive (pinocytose) par les entérocytes joue probablement un rôle, de même que le transport des microorganismes par les cellules phagocytaires (macrophages et/ou polynucléaires).

Certains champignons peuvent persister vivants mais inactifs dans l'organisme pendant des années et exercer un jour leur pouvoir pathogène (*Histoplasma*).

La contagion interhumaine n'existe pas pour les mycoses systémiques. La transmission interhumaine ou de l'animal à l'homme n'existe que pour quelques mycoses superficielles : dermatophyties à agents anthropophiles, candidose génitale.

❖ **Colonisation des muqueuses**

Le pouvoir pathogène des champignons est de nature multifactorielle.

Les infections débutent généralement à partir des muqueuses des tractus respiratoire, digestif ou uro-génital, car la peau saine est habituellement résistante à la colonisation et la pénétration de la plupart des agents pathogènes.

Pour exercer son pouvoir pathogène, le champignon doit pouvoir atteindre les surfaces épithéliales à travers le mucus superficiel sans être éliminé par le flux muqueux,

résister à l'action inhibitrice de microorganismes commensaux ainsi qu'aux moyens de défense spécifiques et non spécifiques de l'hôte et adhérer aux cellules.

Les champignons opportunistes, comme *C. albicans*, peuvent proliférer lorsque le nombre des bactéries est réduit par les antibiotiques. La flore endogène agit par compétition en accaparant les produits nutritifs ou en produisant des substances inhibitrices telles que les colicines ou des acides (bacilles de Döderlein protégeant normalement la muqueuse vaginale d'une prolifération des *Candida*).

C. albicans est la seule espèce parmi les champignons capable de produire des protéinase qui hydrolysent les 2 types d'IgA. L'adhérence de cette espèce aux muqueuses, mais également aux mucines qui tapissent le tractus digestif, procède du déroulement séquentiel d'événements physico-chimiques au cours desquels interviennent la charge de surface des levures, des interactions hydrophobes, puis des interactions plus spécifiques impliquant de véritables ligands de la surface cellulaire (adhésines).

❖ **Pénétration et dissémination dans l'organisme**

Hormis le cas de champignons pénétrant dans l'organisme par voie traumatique, le deuxième facteur essentiel conditionnant la pathogénicité du germe, est sa capacité à pénétrer à travers les tissus.

Dans certains cas, la pénétration reste limitée aux cellules épithéliales (candidose, dermatophyties). Dans d'autres cas, la pénétration est plus profonde et le champignon est susceptible de provoquer une infection systémique ou généralisée (candidose profonde, cryptococcose méningée, aspergillose invasive).(27)

La dissémination relève généralement d'un passage du champignon dans les vaisseaux : septicémie d'origine veineuse par envahissement progressif. L'absorption digestive (pinocytose) par les entérocytes joue probablement un rôle, de même que le transport des microorganismes par les cellules phagocytaires (macrophages et/ou polynucléaires).

Un autre mode de pénétration existe par l'intermédiaire des macrophages, qui peuvent phagocyter les champignons et les entraîner dans les tissus profonds (*C. immitis*, *H. capsulatum*).

La pénétration tissulaire exige des équipements enzymatiques complexes, en particulier lorsqu'il s'agit de tissus composés de scléro protéines, tels que l'ongle, les épithéliums oesophagiens ou vaginaux (kératinases, collagénases, élastases des dermatophytes, protéases de *C. albicans*). Malgré de nombreux travaux portant sur la morphogénèse, en particulier sur la transformation levure - mycélium, aucune influence prépondérante de facteur externe déclenchant n'a pu être mise en évidence.

La capacité de croître et de se développer dans les tissus de l'hôte conditionne le 3ème élément essentiel du caractère pathogène des champignons. Généralement, leur croissance est lente et devient plus rapide au fur et à mesure de la libération de composants nutritifs au cours de la lyse des tissus. Les enzymes produites par le champignon, peuvent accélérer le processus. Actuellement, seul le fer a été identifié comme élément essentiel du développement des germes pathogènes. La quantité disponible de cet élément est limitée par la présence de transferrine et de lactoferrine, mais il semble que *C. albicans* soit capable, comme certaines bactéries, de synthétiser des sidérophores pouvant compenser la restriction ferrique.

7-4 Facteurs favorisants :

❖ Facteurs généraux :

Les facteurs généraux favorisants les mycoses sont multiples. On peut citer : l'hypoprotidémie, le diabète, le taux de fer et de zinc sériques qui peuvent jouer un rôle dans l'établissement d'une infection fongique ; le rôle des hormones (les femmes résistent mieux que les hommes à de nombreuses mycoses) ; les stéroïdes, qui exercent un effet dépressur à divers niveaux du système immunitaire (diminution des réponses inflammatoires aiguë et chronique, interférence avec l'élimination des corps étrangers, altération de la cicatrisation des plaies et diminution de la production d'anticorps) ; la chimiothérapie, provoquant une déplétion des leucocytes ; les immunosuppresseurs largement utilisés en cancérologie et dans le cadre des transplantations, qui interfèrent avec l'immunité cellulaire et/ou l'immunité humorale.(02)

❖ Rupture des barrières cutanée et muqueuse

Une humidité excessive, la chaleur et les effets irritants de l'urine peuvent altérer l'épithélium (candidoses superficielles du périnée et de l'aîne).

Les excoriations cutanées ou muqueuses, mêmes minimales, peuvent favoriser le développement de mycoses superficielles et sous-cutanées.

Dans les régions tropicales, des plaies par inoculation avec implantation de débris végétaux contaminés par des éléments fongiques peuvent être à l'origine d'infections sous-cutanées (chromoblastomycose).(02)

En milieu hospitalier, les techniques invasives ouvrent aussi la voie aux infections. L'usage très répandu des cathéters intraveineux, en particulier centraux pour chimiothérapie et alimentation parentérale, peut être responsable d'infections fongiques graves (septicémie).

Les sondes urinaires peuvent aussi être à l'origine d'infections fongiques, restant localisées et pouvant disparaître par simple retrait de la sonde.

La plupart des médicaments antitumoraux provoquent des ulcérations au niveau de l'oropharynx et du tube digestif. L'infection secondaire des ulcérations digestives par des *Candida* constitue le point de départ pour la dissémination de la maladie.

❖ **Perturbation de la flore endogène**

L'emploi d'antibiotiques à large spectre ou d'antiseptiques modifie la flore microbienne endogène et favorise la colonisation de la bouche et du rectum par différentes levures du genre *Candida*. La suppression des bactéries anaérobies et de cocci à coloration de Gram positive, qui ont le même récepteur d'attachement cellulaire, et les modifications quantitatives du microbisme, semblent favoriser le développement fongique.

❖ **Perturbation de la fonction des neutrophiles, des monocytes et des macrophages :**

La germination des spores s'avère être un mécanisme essentiel de la dissémination de l'aspergillose et le macrophage alvéolaire semble avoir pour rôle fondamental la prévention de ce phénomène. Il n'est efficace que sur les spores non germées. Les polynucléaires peuvent être déficients sur le plan qualitatif (granulomatose septique chronique) ou, plus fréquemment, sur le plan quantitatif (chimiothérapies aplasiantes). Plus rarement, on peut rencontrer des neutrophiles fonctionnellement défectueux (leucémie

aiguë). L'insuffisance neutrophile peut aussi avoir pour origine des anomalies du complément, telle qu'une génération anormale de facteurs chimiotactiques neutrophiles. D'autres anomalies des neutrophiles peuvent provoquer une diminution de l'opsonisation. Les neutrophiles des patients atteints de diabète sucré ont une capacité d'élimination des *Candida* significativement réduite qui se restaure, au moins partiellement, lorsque le diabète est équilibré.(03)

Il a été démontré que certains antibiotiques, tels que les aminosides, altèrent la fonction neutrophile et que l'amphotéricine B peut aussi inhiber la migration des neutrophiles.

Le rôle des monocytes a été confirmé chez des patients atteints de granulomatose familiale chronique, dans laquelle l'aspergillose invasive est une complication courante. Dans cette maladie, les monocytes produisent en quantité insuffisante du peroxyde d'hydrogène et d'autres produits potentiellement microbicides du métabolisme oxydatif. Des troubles de la fonction monocyttaire (anomalies du chimiotactisme et de l'activité respiratoire) ont aussi été observés dans la candidose cutanéomuqueuse chronique.(26)

Des anomalies de la fonction des macrophages alvéolaires ont été évoquées dans les infections pulmonaires à *Aspergillus*.

❖ Altération des défenses immunitaires à médiation cellulaire :

Les lymphocytes T jouent un rôle central dans les mécanismes de défense contre l'invasion fongique, comme en témoigne la fréquente survenue de mycoses chez les patients dont les défenses immunitaires à médiation cellulaire sont altérées (candidose).

Le SIDA, où le déficit immunitaire est surtout cellulaire, illustre parfaitement cette sensibilité aux infections fongiques. Les transplantations d'organes, la maladie de Hodgkin, la sarcoïdose sont d'autres situations comportant un déficit de l'immunité cellulaire favorables au développement de mycoses.

8- Classification clinique et aspects pathologiques des mycoses :

1- Mycoses superficielles

Elles concernent l'atteinte primitive de couches superficielles de la peau et des muqueuses et l'atteinte des phanères. En France, les candidoses de la muqueuse oesophagienne et du reste du tube digestif sont classées dans les atteintes superficielles. Les métastases cutanées des mycoses profondes ne sont pas classées dans les mycoses superficielles. Les inoculations dermiques profondes ou sous-cutanées sont classées dans les mycoses viscérales profondes.(27)

1.1 Dermatophyties

Les dermatophyties, ou teignes, sont des mycoses dues à des champignons (dermatophytes) ne se développant que dans la couche cornée épidermique et les phanères, au dépens de la kératine. Les facteurs favorisants sont représentés par les facteurs climatiques (chaleur, humidité), immunologiques (SIDA, corticothérapie), et l'hygiène et le mode de vie (sport), Elles se présentent sous forme d'épidermomycoses de la peau glabre, de teignes du cuir chevelu et des poils, et d'onyxis (atteinte des ongles). Pour les dermatophytes qui pénètrent dans l'épiderme par effraction (Epidermophyton, Trichophyton, Microsporum), l'invasion cutanée se fait de proche en proche d'une façon excentrique (herpès circiné). Pour les dermatophytes qui attaquent les cheveux (Microsporum et Trichophyton), la pénétration se fait sous la cuticule du cheveu au niveau de l'ostium folliculaire ; la progression des filaments est descendante et s'arrête au bulbe ; les cheveux parasités se cassent à des niveaux différents selon l'espèce du dermatophyte en cause et sont en partie éliminés (plaques d'alopécie). Les dermatophytes peuvent également être responsables de manifestations allergiques et, exceptionnellement, d'infections profondes. (27)

Certaines espèces de dermatophytes sont cosmopolites, d'autres ne se rencontrent que dans certaines régions particulières. On distingue les espèces anthropophiles (Trichophyton rubrum, Microsporum audouinii, Epidermophyton floccosum), parasites obligatoires de l'homme et se transmettant d'un individu à l'autre par contact direct ou indirect (objet de toilette, piscines, saunas, etc.) ; les espèces zoophiles (Microsporum canis, Trichophyton ochraceum), parasites des animaux et occasionnellement

transmissibles à l'homme ; les espèces telluriques, saprophytes du sol et transmissibles à l'homme à l'occasion de contacts avec la terre (travaux de jardinage, genoux des petits enfants) ou par l'intermédiaire d'animaux.(27)

1.2 Candidoses

Les candidoses sont les mycoses humaines les plus fréquentes. L'espèce la plus fréquente, *C. albicans*, est un saprophyte du tube digestif, alors qu'une dizaine d'autres espèces de *Candida* (*C. tropicalis*, *C. kefyr*, *C. guilliermondii*, *C. krusei*, etc.) peuvent se retrouver sur la peau ou dans le tube digestif. Devenant pathogènes sous l'influence de divers facteurs favorisants, leur dissémination est généralement d'origine endogène et se fait à partir du tube digestif par contiguïté vers les voies génitales, respiratoires, ou la peau, ou par voie hématogène vers les organes profonds.(27)

Les *Candida* sont des levures filamenteuses responsables de mycoses cutanées (intertrigos : fessier, périanal, inguinal, interdigital, axillaire, perlèche, onyxis, abcès divers), mais aussi de mycoses des muqueuses (muguet buccal des nourrissons et des vieillards, vaginite chez les femmes enceintes, balanite), de mycoses digestives (candidoses oropharyngées et oesophagiennes au cours du SIDA), de mycoses broncho-pulmonaires, de mycoses viscérales (abcès cérébraux, rénaux, pleuraux, etc.). On observe depuis quelques années à un accroissement des infections à *Candida*, notamment des infections candidosiques profondes d'origine nosocomiales.

Les facteurs favorisants des candidoses incluent des facteurs physiologiques (âge, grossesse), des facteurs locaux (macération, humidité, traumatismes, brûlures), des altérations de l'organisme (endocrinopathies : diabète, immunodépression : SIDA, affections intercurrentes : infection, cancer, etc.), des facteurs iatrogènes (médicaments : antibiotiques, corticoïdes, immunosuppresseurs, etc., chirurgie digestive et cardiaque, transplantation d'organes, cathéters intraveineux, prothèses, etc.).

1.3 Pityriasis versicolor

L'agent fongique responsable est *Malassezia furfur*, levure faisant partie de la flore cutanée normale de l'homme. Lipophile, elle se retrouve normalement dans les oreilles et le nez, et peut provoquer, à la faveur de divers facteurs favorisants (humidité, chaleur, modification hormonale : grossesse, hypercorticisme, etc., modification de l'immunité

cellulaire : SIDA) une mycose cosmopolite caractérisée par des taches irrégulières beiges à brune siégeant sur le tronc, les membres, les épaules et le cou. Elle peut également être responsable de pityriasis capitis (atteinte pelliculaire du cuir chevelu), de dermite séborrhéique (affection chronique de la peau grasse siégeant au niveau du visage). *M. furfur* peut provoquer des atteintes systémiques, en particulier chez les patients recevant par voie intraveineuse des traitements riches en lipides. En culture, elle se développe sur milieu de Sabouraud contenant de l'huile d'olive ou d'arachide.

2- Mycoses sous-cutanées

2.1 Chromoblastomycose

Cette mycose verruqueuse, d'origine traumatique, siège au niveau des membres et s'observe fréquemment dans toutes les zones tropicales et subtropicales. Des cas de localisation cérébrale par dissémination hématogène ont été signalés de façon exceptionnelle.

Elle est provoquée par plusieurs champignons noirs (Dématiés), principalement des genres *Phialophora* (*P. verrucosa*), *Fonsecaea* (*F. pedrosoi*, *F. compacta*), *Cladosporium* (*C. carrionii*), *Wangiella* (*W. dermatitidis*), présents sur les bois morts, les sols forestiers.

2.2 Sporotrichose

Cette mycose cutanéolymphatique est caractérisée par des lésions gommeuses laissant sourdre un pus épais. L'agent responsable est un champignon dimorphique : *Sporothrix schenckii*, qui ne se retrouve que dans quelques foyers en Amérique Centrale, en Afrique du Sud et en Asie. Présent sur les débris végétaux (cactées), l'inoculation cutanée est généralement d'origine traumatique. Plus rarement des formes pulmonaires sont dues à des contaminations par inhalation. Des métastases profondes (cérébrales) peuvent être observées en cas d'immunodépression.

2.3 Mycétomes

Les mycétomes sont des tumeurs inflammatoires polyfistulisées à évolution très lente, endémiques en zone tropicale, caractérisées par la présence de grains parasitaires dans le pus qui s'échappe de fistules. D'inoculation traumatique (épines), ils siègent souvent aux membres inférieurs, mais peuvent aussi atteindre les membres supérieurs et le

thorax. Les agents responsables sont, soit des champignons (*Madurella mycetomatis*, *M. grisea*, *Leptosphaeria senegalensis*, *Pyrenochaeta romeroi*, *Scedosporium apiospermum*, etc.), soit des actinomycètes.

3- Mycoses profondes

Ce terme est utilisé par opposition au terme superficiel et concerne l'invasion des organes ou viscères profonds (synonymes : mycoses viscérales profondes, mycoses systémiques). La terminologie suivante devrait être utilisée : mycose septicémique, lorsqu'une ou plusieurs hémocultures sont positives ; mycose viscérale profonde, lorsqu'un viscère ou un organe profond est atteint ; mycose disséminée, lorsqu'au moins deux organes profonds sont atteints. Une mycose disséminée peut être ou non septicémique (par exemple, les aspergilloses invasives sont souvent disséminées sans hémoculture positive).

3.1 Cryptococcose

La cryptococcose est une infection cosmopolite du système nerveux central et des méninges, dont la porte d'entrée est le plus souvent pulmonaire. Des lésions cutanées peuvent se manifester secondairement, ainsi qu'au niveau des muqueuses, des os et des articulations. Auparavant peu fréquente (observée chez les malades leucémiques ou cancéreux), cette mycose est actuellement l'une des plus fréquentes chez les patients atteints de SIDA.

La principale espèce pathogène : *Cryptococcus neoformans*, comporte trois variétés : *C. neoformans* var. *neoformans*, *C. neoformans* var. *gattii* et *C. neoformans* var. *grubii*. La première se retrouve communément en Amérique et en Europe, dans les fientes d'oiseaux. Elle représente l'espèce presque toujours en cause lors de cryptococcose chez les patients atteints de SIDA. La seconde est liée aux arbres *Eucalyptus*, qui constituent leurs biotopes.

3.2 Aspergilloses

Les aspergilloses sont essentiellement des mycoses de l'appareil respiratoire, et occasionnellement des sinusites, des otites du conduit auditif externe, des kératites, des endocardites ou des surinfections de plaies ouvertes (traumatisme, brûlures). Les facteurs favorisants varient selon les formes pathologiques. Dans le cas de l'aspergillose invasive,

mycose pulmonaire redoutable, pouvant se disséminer à tous l'organisme (atteinte cérébrale, cardiaque ou cutanée) et mortelle dans plus de 80 % des cas, ils sont représentés par la neutropénie prolongée, observée chez les greffés de moelle ou d'organes, chez les patients de services d'hématologie, chez les patients sous corticothérapie au long cours.

Ces mycoses sont provoquées par des moisissures cosmopolites, très fréquentes dans l'environnement (matières organiques en décomposition, silos, composts, bottes de foin) et capables de produire des spores de petites tailles en grande quantité. Espèces thermotolérantes, *Aspergillus fumigatus* et *A. flavus* sont le plus fréquemment en cause.

3.3 Zygomycoses

Les zygomycoses sont des affections cutanées, pulmonaires ou cérébrales dues à des champignons coenocytiques de la classe des Zygomycètes.

Les entomophthoromycoses sont infections tropicales caractérisées par un épaissement des tissus sous-cutanées et des muscles, et une atteinte des muqueuses, dues à des Entomophthorales : *Basidiobolus haptosporus*, atteignant le tronc et les membres supérieurs, et *Conidiobolus coronatus*, atteignant essentiellement la face.

Les mucormycoses, secondaires à un état de déficience de l'organisme (diabète, leucémie, brûlure, etc.) peuvent être pulmonaires, cérébrales ou cutanées, et sont dues à des champignons cosmopolites extrêmement fréquents de l'ordre des Mucorales (*Absidia*, *Mucor*, *Rhizopus*, et plus rarement *Cunninghamella*, *Syncephalastrum*).

3.4 Histoplasmoses

Les deux histoplasmoses diffèrent par leurs aires de répartition géographique, leur tableau clinique et la forme des champignons dimorphiques responsables dans l'organisme (mais pas en culture, où les deux agents fongiques sont strictement semblables). L'histoplasmosse américaine, due à *Histoplasma capsulatum*, s'observe aux Etats-Unis (vallée du Mississippi), mais aussi en Amérique Centrale et en Amérique du Sud, en Afrique et en Asie, mais pas en Europe. Elle est contractée par inhalation (les spores fongiques se retrouvent dans les poussières de fermes, le sol des pigeonniers ou des grottes riches en guano de chauve-souris. La forme pulmonaire généralement bénigne peut être suivie d'une forme disséminée grave (atteintes réticulo-endothéliales et muco-cutanées). Aux Etats-

Unis, l'histoplasmosse est fréquente chez les patients immunodéprimés et représente, chez les patients atteints de SIDA, la 3^e mycose en importance après la candidose et la cryptococcose. L'histoplasmosse africaine due à *Histoplasma duboisii* se retrouve uniquement en Afrique et se caractérise par des lésions cutanées ou sous-cutanées bénignes à évolution lente, ou par des atteintes disséminées mortelles.

3.5 Coccidioïdomycose

Cette mycose due à un champignon tellurique, *Coccidioides immitis*, est endémique dans les régions désertiques du sud ouest des Etats Unis, au nord du Mexique, en Amérique Centrale et en Amérique du Sud. La forme primaire pulmonaire est généralement bénigne, la forme secondaire est disséminée, avec des atteintes cutanées, osseuses, viscérales, etc., en particulier chez les patients atteints de SIDA.

3.6 Blastomyose

Cette mycose, également due à un champignon dimorphique isolé du sol et du bois, *Blastomyces dermatitidis*, est observée dans une grande partie de l'Amérique du Nord, en Amérique Centrale, dans le nord de l'Amérique du Sud, et présente aussi plusieurs foyers africains. La maladie primaire est pulmonaire, parfois discrète. L'évolution lente est inéluctable avec des atteintes sous-cutanées, muqueuses, osseuses et viscérales.

3.7 Paracoccidioïdomycose

Il s'agit d'une mycose profonde caractérisée par des lésions granulomateuses des muqueuses (buccales et nasales), pouvant s'étendre aux organes profonds (rate, intestins, poumons, foie et système nerveux central) par voie lymphatique. Observée uniquement en Amérique du Sud, en Amérique Centrale et au Mexique, elle est due à un champignon dimorphique peut être tellurique, *Paracoccidioides brasiliensis*.(27)

9- Agents des Mycoses les plus fréquentes :

1. Les levures

Les levures sont des champignons unicellulaires se reproduisant le plus souvent par bourgeonnement. Parmi les quelques 500 espèces connues, une trentaines peuvent être retrouvées en pathologie humaine.

L'isolement des levures est obtenu par réensemencement sur milieu Sabouraud - chloramphénicol et Sabouraud – chloramphénicol - actidione. Il existe également des milieux, notamment chromogéniques, qui permettent simultanément l'isolement et l'identification des principales espèces pathogènes (*C. albicans*, *C. glabrata*, *C. neoformans*).

L'identification de genre reposera sur 1) l'examen macroscopique de la souche : couleur (beige : *Cryptococcus*, rouge saumon : *Rhodotorula*, blanc : *Candida* ou autre), texture de la colonie ; 2) la recherche d'une filamentation sur milieux Rice Agar Tween 80 (RAT) ou Pomme de terre Carotte Bile (PCB). Une pseudofilamentation est caractéristique de *Candida*, la présence supplémentaire de chlamydospores signant la présence de *C. albicans*. Une vraie filamentation correspond au genre *Trichosporon*. L'absence de filamentation devra conduire à observer d'autres aspects morphologiques : levures de petites taille : *Candida ex Torulopsis*, levures de tailles variables non jointives (capsule) : *Cryptococcus*, levures de grande taille, ovoïdes : *Saccharomyces*. On recherchera également une filamentation en sérum (blastèse), positive en moins de 4 heures pour *C. albicans*, ou la présence d'une capsule (test à l'encre de Chine) caractéristique de *Cryptococcus*. 3) Recherche d'une reproduction sexuée (asques et ascospores, comme chez *Saccharomyces cerevisiae*).

L'identification d'espèce est principalement basée sur les caractères d'assimilation (auxanogramme) et de fermentation (zymogramme), et les tests enzymatiques, à l'aide de galeries commerciales.

Les levures majeures identifiées au laboratoire sont les espèces des genres 1) *Candida*, avec *C. albicans* représentant à elle seule plus de 75 % des levures isolées de l'homme toute origine et condition confondue. Les autres espèces importantes du genre

sont notamment *C. dubliniensis*, *C. glabrata*, *C. famata*, *C. guilliermondii*, *C. kefir*, *C. krusei*, *C. tropicalis*. 2) *Cryptococcus*, avec essentiellement *C. neoformans*, et très secondairement *C. albidus* et *C. laurentii*. 3) *Malassezia* (*M. furfur*). 4) *Rhodotorula* (*R. rubra*). *Saccharomyces* (*S. cerevisiae*). 5) *Trichosporon* (*T. asahii*, notamment).(26)

2- Les dermatophytes

Les dermatophytes sont des champignons kératinophiles responsables d'épidermomycoses de la peau glabre, de teignes du cuir chevelu et des poils, et d'onxyxis.

Sur le plan épidémiologique, on distingue les espèces anthropophiles, parasites obligatoires de l'homme, les espèces zoophiles (*Microsporum canis*, *Trichophyton verrucosum*) et les espèces telluriques (*M. gypseum*). Après un prélèvement soigneux, l'examen mycologique comportera : 1) l'examen direct de l'échantillon recueilli après éclaircissement (potasse à 10, 20 ou 30 %, chlorallactophénol, noir chlorazole, fluorescence). Dans les squames et les ongles, on observera les filaments de diamètre variable, arthrosporés. Dans les cheveux et les poils, on reconnaîtra l'un des 5 types de parasitismes pilaires : endothrix (*T. violaceum* ou *T. soudanense*), favique (*T. schoenleinii*), microsporique (*Microsporum* spp.), microïde (*T. mentagrophytes*) et mégaspore (*T. verrucosum*). 2) la culture sur milieu de Sabouraud - chloramphénicol et Sabouraud – chloramphénicol - actidione. Après incubation à 27 °C et examen régulier après 5, 10, 15 jours, et voire plus, 3) le diagnostic mycologique reposera sur l'examen macroscopique et microscopique des colonies. L'examen macroscopique comportera l'observation de la taille de la colonie (rapidité de croissance), son aspect, sa surface, sa couleur recto et verso, la présence d'un pigment diffusible ou non. L'examen microscopique portera sur la recherche des éléments caractéristiques : a) aspect ("raquettes", "bambous") et morphologie (chlamydospores, ramifications) des filaments, b) présence, morphologie, disposition des microconidies et surtout, des macroconidies, c) ornements particuliers (vrilles, organes pectinés, clou, chandeliers, organes nodulaires ou triangulaires). En cas d'identification impossible (mauvaise croissance, absence de sporulation), l'identification pourra être tentée après sub-culture sur divers autres milieux : Pomme de terre - carotte (PD), Pomme de terre - glucosé (PDA), Corn – meal - agar, etc. généralement à réaliser au laboratoire. Enfin, le diagnostic différentiel de certaines espèces pourra faire appel à d'autres tests, tels que la recherche d'une uréase, d'organes perforateurs, ou la recherche de la forme parfaite.(27)

3 Les Aspergillus

Dans la recherche d'une aspergillose, les prélèvements sont généralement d'origine pulmonaire (expectorations, prélèvements sous fibroscopie bronchique, etc.), ou proviennent éventuellement du sinus, du conduit auditif externe, de peau, etc. A l'examen direct, on observera des filaments de taille régulière, de 3 à 5 µm de diamètre, septés, avec des ramifications à angle aigu. Il est important de noter à ce stade que tous les hyphomycètes vont se présenter sous cette forme, et que seule la culture conduira au diagnostic de certitude. Cette dernière est réalisée sur milieu de Sabouraud - chloramphénicol avec et sans actidione, à 27 et 37 °C. *A. fumigatus* (90 % des isollements d'*Aspergillus*) pousse en 48 heures à 37 °C, parfois plus lentement les autres espèces d'*Aspergillus* préférant 27 °C. En cas de difficulté d'identification, un réensemencement sur milieu à l'extrait de malt ou sur milieu de Czapek (milieu de référence pour ces champignons) peut s'avérer nécessaire. L'identification des principales espèces pathogènes reposera sur la couleur et l'aspect des colonies, et sur l'examen microscopique. Il faut observer les différentes parties de la tête aspergillaire : silhouette, conidiophore, vésicule, phialides (et métules), conidies, ainsi que des cellules ou formations accompagnant la culture : cleistothèce, cellules en "noisette", sclérotés.

Le diagnostic sérologique revêt une importance toute particulière dans ce type de mycose, mais il est malheureusement souvent négatif dans le cas de la forme la plus grave de cette mycose, l'aspergillose pulmonaire invasive. Les principales espèces pathogènes retrouvées en clinique sont, de très loin la plus fréquente *A. fumigatus*, et *A. flavus*, *A. niger*, *A. nidulans*, *A. versicolor*, etc.

De nombreux autres champignons filamenteux, autrefois considérés comme de simples contaminants, peuvent être à l'origine de mycoses dites émergentes, qu'il convient de savoir diagnostiquer. Sans oublier les autres espèces fongiques responsables de mycoses graves : Zygomycètes, champignons dimorphiques, etc. (27)

Partie pratique

Chapitre IV:
Matériel et méthodes

I- Identification fongique

1- Zone d'étude

Les différents constituants du lac ne sont pas homogènes pour toutes les régions de l'écosystème, pour cela, Le lac doit être devisé en 4 sites (nord, sud, Est, et ouest) pour augmenter la chance d'avoir des colonies de champignons et connaître la quantité moyenne des différents composants tel que les sels minéraux, le pH, la distribution des micro organismes... etc.

2-Prélèvement des échantillons :

L'échantillonnage est un problème délicat en raison d'une distribution hétérogène des micro-organismes dans les milieux aquatiques.

L'analyse de l'eau a pour but de fournir une information qualitative et quantitative, et de préciser les propriétés hydrodynamiques des systèmes observés. Dans des flacons en verre, bien stérilisés au four pasteur pendant 30 minutes à 180° C pour éliminer toute infection microbienne, on prélève 4 échantillons de chaque site étudié. L'ouverture et la fermeture des flacons se fait dans l'eau a une profondeur de 25 à 30 cm du lac de manière a éviter de remplir totalement les flacons.

Les flacons d'échantillonnage doivent être hermétiquement fermés et conservés dans une glacière à 4° C. Il est important que le travail analytique soit réalisé immédiatement ou le plus tôt possible après l'échantillonnage, de manière à éviter les modifications de la composition chimique due au dégazage et aux réactions photolytiques ou microbiennes.

3- Préparation des milieux de culture :

Trois catégories de milieux peuvent être distinguées pour l'identification des moisissures:

- Milieu czapek simple et concentré permet de bien différencier sur les boites ensemencées les Fusarium, Aspergillus et Pénicillium l'acidité de ce milieu permet en outre d'éliminer les bactéries.
- Milieu sabouraud est utilisé pour l'isolement et la culture des levures et de moisissures.

Les différents constituants des milieux sont pesés à l'aide d'une balance et mis dans un bêcher gradué en complétant le volume jusqu'à 1000 ml avec l'eau distillée.

Ensuite, on exerce une agitation pendant 20 mn à l'aide d'un agitateur pour homogénéiser les constituants et on verse le milieu liquide dans des flacons stériles en verre.

4-Stérilisation des milieux :

La stérilisation destinée à détruire tous les germes présents au départ dans le milieu, est réalisée dans un autoclave par la vapeur d'eau sous pression, à haute température, elle est habituellement pratiquée à 120 pendant 20 minutes

5- L'ensemencement**5-1- La dilution :**

Elle consiste à réaliser une suspension du produit à analyser suivie d'une série de dilution au 1/10 pour ensemercer un milieu de culture approprié. Après incubation chaque thalle observé provient de développement d'un germe présent dans la suspension de départ.

La technique de la dilution est une technique utilisée pour diminuer la charge microbienne dans la suspension mère, s'effectue devant la flamme et dans des tubes à essais stériles contenant 9ml d'eau distillée.

Ensuite, à partir de l'échantillon mère, on prélève à l'aide d'une pipette graduée 1 ml et on le met dans le premier tube, et à partir de ce dernier (dilution 10^{-1}) on prend 1 ml et on l'introduit dans le deuxième tube (dilution 10^{-2}) et ainsi de suite (dans notre pratique on utilise la dilution de 10^{-3} et 10^{-6})

5-2- L'ensemencement

Il existe deux méthodes d'ensemencement :

- L'ensemencement dans la masse consiste à couler le milieu dans les boîtes renfermant au préalable l'inoculum (1 ml d'une dilution au 1/ 1000 par exemple) et à homogénéiser soigneusement l'ensemble.
- L'ensemencement en surface est réalisé par étalement d'un inoculum sur le milieu gélose refroidi. Dans le cas des moisissures les résultats sont aussi bons qu'avec l'ensemencement dans la masse.

Après la dilution de la suspension mère, on passe à l'ensemencement des boîtes de pétri. A partir de la dilution 10^{-3} , on prélève 1 ml et on la diviserait deux gouttes sur les deux cotés de la

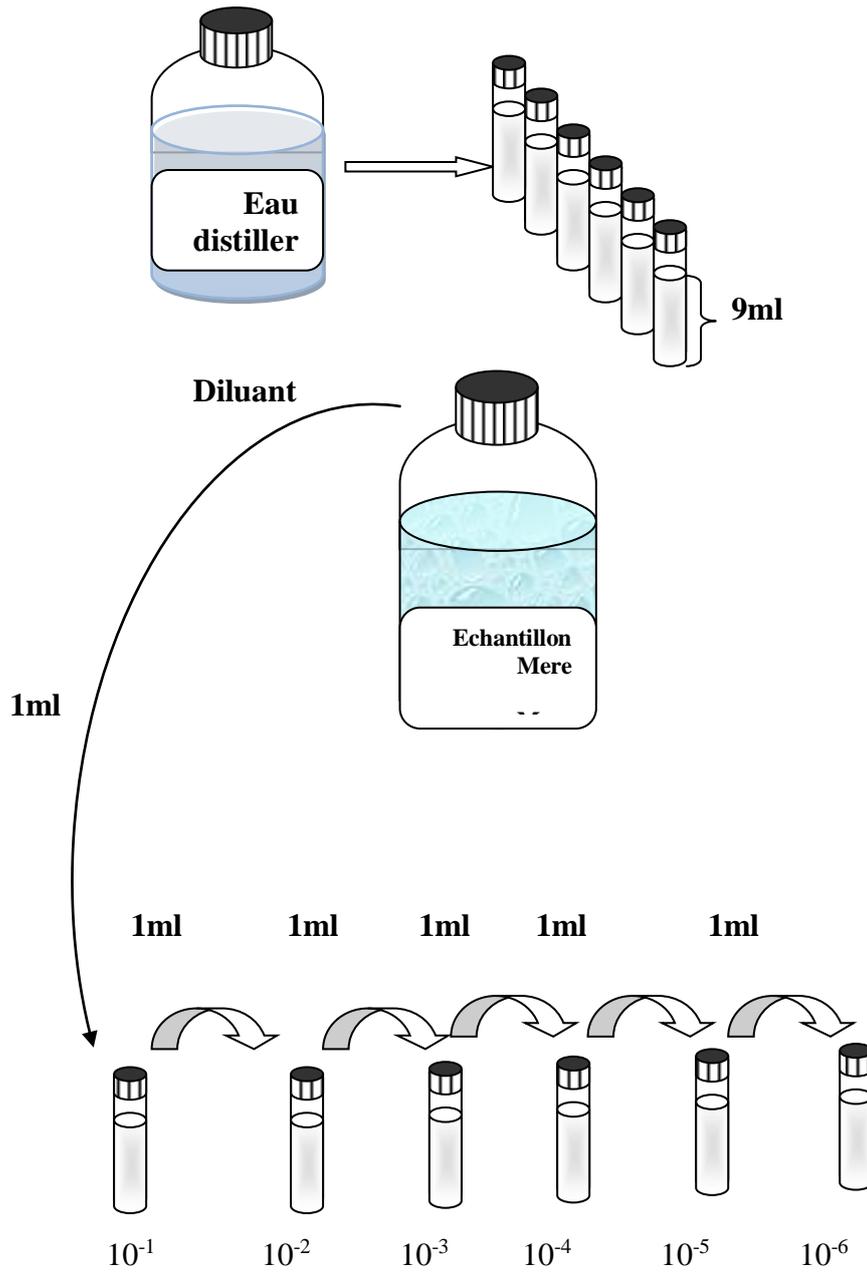


Figure 10: preparation des dilutions

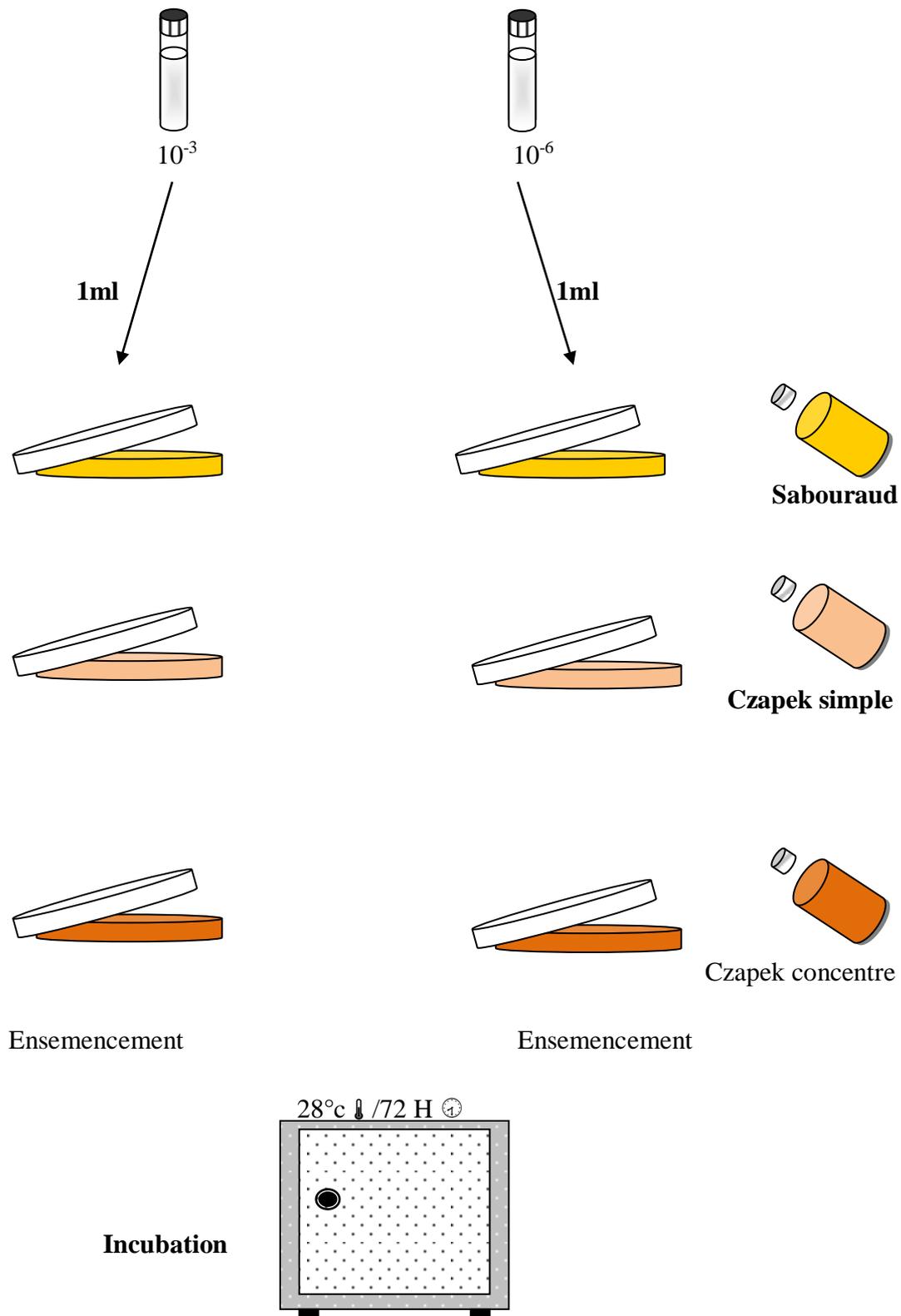


Figure 11: le protocole de travail

Boite de pétri, ensuite à l'aide d'une pipette de pasteur on construit un ratio sur le bec de bunsen et on ensemence par un mouvement de rotation de la boîte de pétrie.

6-L'incubation :

Après l'ensemencement, les boîtes de pétrie sont incubées **a l'étuve a deux températures :** 37°C pour les boîtes qui contiennent le milieu de czapek simple :28°C pour celles qui contiennent le milieu de Czapek concentré et le milieu sabonraud

7-Coloration :

Le plus souvent, l'observation microscopique des moisissures ne requiert aucune coloration. Les colorants peuvent améliorer la qualité du contraste ou mettre en relief certains détails de la structure (ornementation des spores, cloisonnement des hyphes, etc.). Les colorants les plus utilisés sont : bleu de méthylène, bleu coton, lactofuchsine.

8-Repiquage des souches :

Le plus souvent il se développe dans le milieu ensemencé une flore variée d'espèce en mélange qu'il convient de séparer rapidement en culture pure en vue de les identifier. Le repiquage est l'opération qui consiste à transférer aseptiquement un micro-organisme sur un milieu stérile pour l'isoler ou le maintenir en culture pure.

Il suffit de prélever avec une anse de platine stérile quelques spores ou un fragment mycélien à la marge de thalle, et de transférer l'inoculum sur un milieu neuf.

Pour obtenir un développement typique de champignon, l'inoculation doit être réalisée en un seul point et non en strie comme en bactériologie, en déposant la bouture sur la pente d'un milieu en tube soit au centre d'un milieu en boîte de Pétri.

9-La lecture:

9-1- Critères d'identification :

L'identification des moisissures fait essentiellement appel aux caractères cultureux et morphologiques, rarement a des propriétés biochimiques, elle nécessite souvent l'utilisation de milieu standard favorisant la croissance ou la reproduction et permettant ainsi une expression correcte des caractères à étudier.

a) Caractères cultureux :

- ✓ Vitesse de croissance
- ✓ Texture du thalle (velouté, laineux, etc..)
- ✓ Couleur du thalle (pigmentation du mycélium, couleur des candies)
- ✓ Couleur du revers de la culture et présence d'un pigment diffusé.
- ✓ Exsudât (gouttelettes transpirées par le mycélium aérien)

b) Caractères morphologiques :

- ✓ Etude microscopique de mycélium : absence ou présence de cloisons, couleur, ornementation des thallospores
- ✓ Nature des organes différenciés : zygospores, apothécies, cléistothèques, périthèces, sporocystes, acervules, pycnides, sporodochies, corémies, conidiophores, sclérotés.
- ✓ Etude microscopique des organes différenciés et de leur contenu : forme, couleur, Dimension, texture des parois, ornementation.
- ✓ Etude biométrique, en notant les valeurs extrêmes mesurées et les moyennes, tout Particulièrement pour les cellules sporogène et les spores.

10-La conservation des souches :

10-1-Conservation dans l'eau :

De petits cubes de 6 mm³ sont découpés dans la frange mycélienne du thalle en croissance dans un milieu gélose en boîte de Pétri, et transférés dans l'eau distillé stérile en Flacons à bouchon vissé. Les flacons hermétiquement fermés sont conservés à température ambiante.

Cette méthode a permis la conservation durant plusieurs années de champignons appartenant aux groupes les plus divers de la classification.

II- L'analyse physicochimique :

1- Introduction :

Le but de l'analyse physicochimique est de connaître la teneur en matières organique dans les eaux du lac Oubeira, ces matières sont utilisées par les champignons pour se développer provoquant une pollution biologique grave.

On a utilisé 16 flacons en verre stériles et bouchés, pour chaque site 4 flacons, qui seront d'abord rincés avec l'eau à analyser puis remplis jusqu'au bord de meure à éviter les bulles d'air.

Le choix de plusieurs sites de prélèvement à différents profondeurs nous aide à tenir compte de l'hétérogénéité verticale et horizontale des différents teneurs en matières organique.

Le transport de l'échantillon à la température de 4°C et à l'obscurité dans des emballages isothermes (glacières par exemple) permet d'assurer une conservation satisfaisante, selon le type de l'analyse, la conservation de l'échantillon varie de 24 h (oxygène dissous, pH, DBO, DCO...) à plusieurs mois (calcium, magnésium)

2-Matériels et réactifs

2-1- Matériels :

- Dispositif de filtration (pompe à vide ou sous pression)
- Disques filtrants en fibres de verre (filtres de *wattman*)
- Etuve réglable à 105-110°C et 175-185 °C
- Dessiccateur
- Flacons en verre à bouchon rodé de 150 ou 250 ml
- Enceinte thermostaté (étuve) à 20°C± 1 C°
- Matériel nécessaire pour le dosage de l'oxygène (oxymètre)
- Barboteur
- Appareil a reflux composé d'un ballon à fond plat de 250 ml à col rodé et d'un réfrigérant adaptable réservé exclusivement a la détermination de la DCO
- Spectrophotomètre
- Bêchers
- Papier filtre
- Pipetes graduée
- Fiolejaugé200ml
- Appareil a distillé par entraînement de la vapeur
- Verrerie
- Autoclave

2-2- Réactifs:

- Solution de chromate de potassium a 10%
- Solution de nitrates d'argent N/10
- Solution d'acide sulfurique 50%
- Solution de permanganate de potassium N/80 (1ml de la solution N/80 correspond à 0,1 g d'oxygène)

- Solution d'acide oxalique N/80 a préparé à partir d'une solution N/10 récemment titrée
- Solution d*EDTAN/50
- Noir euriochrome T
- Indicateur coloré d'eriochrome T
- Solution tampon: Ammoniaque 34%
- Indicateur coloré: murexide
- Solution d'hydroxyde de sodium à 2N
- Solution de phénolphtaléine dans l'alcool à 0,5%
- Eau permutée exempte d'anhydrique carbonique libre (par ébullition de 15 minutes)
- L'eau distillée
- Eau de dilution
- Eau d'ensemencement
- Solution de sulfate d'argent AgSO_4
- Solution de ferroïne.
 - Solution de fer 0,7 g
 - Eau permutée q.s.p 100 ml
 - 1,10-phénanthroline 1,5 g
- Sel de mohr (sulfate de fer et d'ammonium) $\text{FeSO}_4 (\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- Sulfate mercurique cristallisé
- Solution de salicylate de sodium
- Solution tartrate
- Solution Zambelli
- Antimousse (silicone)
- Réactif nessler
- Acide ascorbique 5%
- Chlore de potassium KCL
- Solution de molybdate d'ammonium
- Réactif de phosphate
- Solution de minéralisation
- Persulfate de potassium 3g

3- Les paramètres physicochimiques :

3-1- Les matières organiques en suspension (MES) :

La détermination de la matière organique en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation. La méthode par centrifugation est utilisée pour les eaux contenant trop de matières colloïdales. D'une façon générale, les matières grossières en suspension doivent être préalablement éliminées par passage sur un tamis et les dépôts restant dans le flacon de prélèvement soigneusement repris.

La méthode utilisée est la filtration sur fibre de verre où l'eau est filtrée à l'aide des filtres de *wattman* et le poids des matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

➤ Mode opératoire:

- Laver le disque filtrant fibreux à l'eau distillée, le sécher à l'étuve (1 h à 105°C ou 15 min à la micro-onde à puissance moyenne) et le placer en attente dans un dessiccateur
- Peser le disque : M_0 mg
- Placer le disque dans l'appareil de filtration et mettre en route le système d'aspiration
- Verser progressivement le volume V_e 1 d'eau à analyser sur le disque filtrant jusqu'à ce que l'appareil de filtration se vide
- Rincer le récipient qui a contenu l'échantillon avec 10 ml d'eau distillée et filtrer les eaux de lavage
- Mettre le disque filtrant à sécher (1 h à 105°C ou 15 min à la micro-onde à puissance moyenne). Laisser refroidir le filtre au dessiccateur
- Peser le filtre : M_1 mg

➤ Expression des résultats :

$$\frac{M_1 - M_0}{V} \times 1000$$

M_0 = masse du disque filtrant avant utilisation

M_1 = masse du disque filtrant après utilisation

V = volume d'eau utilisé

3-2- La température :

La mesure de la température est effectuée sur le terrain. Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité

des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et du mélange éventuel, etc. d'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde.

Pour le lac, faire la mesure de la température en plusieurs points, à une distance des bords de la rive d'au moins 10 m. On peut utiliser un thermomètre à résistance avec enregistrement.

3-3- La turbidité :

La turbidité peut être évaluée par un certain nombre de méthodes qui sont pratiquées suivant les nécessités sur le terrain ou au laboratoire.

A l'aide d'un turbidimètre, il est recommandé d'effectuer la mesure aussi rapidement que possible après le prélèvement, de préférence le même jour. Les échantillons doivent être agités vigoureusement avant la mesure

3-4- Chlorure Cl⁻

➤ Principe:

En milieu neutre, les chlorures sont dosés par une solution titrée de nitrates d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition d'une teinte rouge caractéristique du chromate d'argent

➤ Mode opératoire:

- Introduire 25 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer au col large. Ajouter 2 à 3 gouttes de solution de chromate de potassium à 10%.
- Verser au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre qui doit persister 1 à 3 minutes.

➤ Expression des résultats:

Soit V le nombre de millimètres de nitrate d'argent utilisés

$$\text{La teneur en Cl}^- \text{ (mg/l)} = V \text{ (ml)} \times 142$$

3-5- Les matières organiques:**➤ Principe:**

L'opération consiste à mesurer en milieu acide et en milieu alcalin la quantité d'oxygène utilisée pour la réduction du permanganate de potassium par les matières organiques d'origine animales ou végétales contenue dans une eau.

➤ Mode opératoire:

- Introduire dans un Erlenmeyer de 500 ml, 100 ml d'eau à analyser et 10 ml d'acide sulfurique à 50%, ajouter 10 ml de solution de permanganate de potassium N/80.
- Porter l'échantillon à l'ébullition ménager dans une plaque chauffante pendant 10 minutes à partir du moment où les bulles en formation au fond du ballon viennent crever la surface du liquide.
- Ajouter en suite 10 ml d'acide oxalique N/80 et titrer à l'aide d'une burette graduée contenant la solution de permanganate de potassium jusqu'à l'apparition d'une coloration rose faible.
- Faire un essai à blanc en opérant dans les mêmes conditions.

➤ Expression des résultats:

$$\text{MO (O}_2\text{/l)} = V (\text{échantillon}) - V (\text{blanc})$$

3-6- Résidu sec:**➤ Principe:**

Le résidu sec correspond au poids de la totalité des matières dissoutes par litre d'eau. Une certaine quantité d'eau bien mélangée et évaporée dans une capsule tarée, le résidu sec est en suite pesé.

➤ Mode opératoire:

- Tarer une capsule préalablement lavée, rincer avec de l'eau distillée et dessécher
- Prélever 200 ml d'eau à analyser
- Porter à l'étuve à 105C pendant 2 heures.
- Laisser refroidir pendant 15 minutes dans un dessiccateur
- Peser immédiatement et rapidement

➤ **Expression des résultats:**

$$R.S \text{ (mg/l)} = (P_b - P_a) \times 5 \times 1000$$

P_b: poids plein de la capsule.

P_a: poids vide de la capsule.

3-7- Dosage de magnésium:

➤ **Mode opératoire:**

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer au col large, ajouter 2 ml de NH₄OH à pH 10 et une pincée de noir euriochrome T
- Titrer par l'EDTA N/50 jusqu'au virage de couleur bleu (V2)

➤ **Expression des résultats:**

$$[Mg^{2+}] \text{ mg/l} = (V2 - V1) \times F \times 4,8$$

V2: volume titré de calcium et de magnésium

V1: volume titré de calcium

V2 : volume titré de calcium

Facteur: -50 ml de solution mère de CaCl₂

-2 ml de NaOH (2N)

-Une pincée de murexide

-Titrer par l'EDTA N/50 jusqu'au virage de couleur violet

$$F = 12,5/V \text{ (EDTA)}$$

3-8- La dureté totale TH:

➤ **Principe:**

Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont anionés à former un complexe du type chélation par le sel disodique de l'acide ethylene-diaminetétracétique à pH 10, la disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelé par le virage d'un indicateur spécifique

En milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium, la méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium.

➤ **Mode opératoire:**

- Prélever 100 ml d'eau à analyser, ajouter 2 ml de solution tampon (pH = 9,5-10) et quelques grains d'indicateur coloré.
- Verser la solution d'EDTA jusqu'au virage rouge au bleu.

➤ **Expression des résultats:**

Soit V le volume de la solution d'EDTA versée.

$$\text{TH } (^{\circ}\text{F}) = \text{V (ml)} \times 10$$

3-9- Dosage de calcium :

➤ **Principe:**

Le principe est identique à celui de la méthode complexo-métrique décrite pour la dureté totale, comme le dosage se fait à un pH élevé, le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'intervient pas.

Par ailleurs, l'indicateur choisi ne se combine qu'avec le calcium.

➤ **Mode opératoire:**

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un Erlenmeyer au col large.
- Ajouter 2 ml de solution d'hydroxyde et quelques grains d'indicateur coloré.
- Verser la solution d'EDTA jusqu'au virage du rose au violet.

➤ **Expression du résultat:**

Soit V le volume de solution d'EDTA verser

$$[\text{Ca}^2] \text{ mg/l} = \text{V (EDTA)} \times \text{F} \times 8$$

3-10- La demande biochimique en oxygène (DB05):

La demande biochimique en oxygène (DB05) est définie comme la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai, c'est-à-dire après incubation durant 5 jours à 20 °C et dans l'obscurité, par certaines matières présentées dans l'eau, principalement pour assurer leur dégradation par voie biologique, la mesure de la quantité d'oxygène consommée est suivie dans une solutionensemencé ou non.

➤ **Principe:**

Mesure de l'oxygène consommé en 5 jours par un échantillon dilué avec une eau saturée en oxygène,ensemencée avec des germes, puis placée dans une enceinte thermostatée à 20°C.

➤ **Préparation de l'eau de dilution:**

- 1 L d'eau distillée contient:
- 1 ml de solution tampon de DBO pH 7,2
- 1 ml chlorure de fer $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
- 1 ml de sulfate de magnésium MgSO_4
- 1 ml de chlorure de calcium CaCl_2 .

➤ **Préparation de l'eau d'ensemencement:**

- 1 ml d'eau d'égout (microbe)
- 100 ml d'eau distillée

➤ **Mode opératoire:**

- Prendre 5 à 20 ml d'eau d'ensemencement et les mettre dans l'eau de dilution, ensuite barboter l'eau de dilutionensemencée de 30 min à 1h.
- Prendre 6 ml d'échantillon acidifié par l'acide sulfurique H_2SO_4 (0,1 N) jusqu'à $\text{pH} < 2$ (pour tuer les bactéries de l'échantillon). Après 10 minutes, on ajoute l' NaOH (0,1 N) jusqu'à atteindre $\text{pH} = 7$
- Prendre 3 ml d'échantillon traité dans un flacon de 250 ml, compléter par l'eau de dilutionensemencée (les flacons doivent être pleins et hermétiquement fermés). Lire la pression d'oxygène dissous avant l'incubation.
- Mettre les flacons dans l'étuve à 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours.
- Après 5 jours on mesure l'oxygène dissous.

➤ **Expression des résultats:**

$$\text{DBO5}(\text{mg d'O}_2/\text{l}) = (\text{O}_2 \text{ avant} - \text{O}_2 \text{ après}) \times F$$

Remarque:

Le facteur de dilution F dépendra de la charge de l'eau analysée. Par exemple, on choisira un facteur de dilution de l'ordre de 10 pour une eau de surface (DBO moyenne = 1 à 30 mg/l) ou de 50 à 100 pour une eau usée (DBO moyenne = 300 mg/l pour un effluent domestique).

3-11- La demande chimique en oxygène DCO :

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydés par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium.

➤ **Mode opératoire:**

- Introduire 50 ml d'eau à analyser soigneusement homogénéisé dans un ballon de 500 ml contenant quelques billes pour régulariser l'ébullition.
- Ajouter 1 g de sulfate mercurique cristallisé et 5 ml de solution sulfurique de sulfate d'argent.
- Ajouter 25 ml de solution de dichromate de potassium 0,04 mol/l, puis avec précaution 70 ml de solution sulfurique de sulfate d'argent, on agitant par un mouvement circulaire de ballon et en refroidissement sous un courant d'eau froide. Porter à ébullition pendant 2 h sous réfrigérant à reflux adapter au ballon, laisser refroidir.
- Diluer à environ 350 ml avec d'eau permutée, Ajouter quelques gouttes de solution de ferroïne. Déterminer la quantité nécessaire de solution de rnohr pour obtenir le virage du vert au rouge violacé.
- Procéder aux mêmes opérations sur 50 ml d'eau permutée.

➤ **Expression des résultats:**

$$\text{DCO (mg /l d'O}_2\text{)} = \frac{8000 \times (V_0 - V_1) \times T}{V}$$

V₀: volume de sel de mohr nécessaire au dosage (ml)

V₁: volume de sel de mohr à l'essai à blanc (ml)

T: titre de solution de mohr

V: volume de prise d'essai

3-12- Dosage de nitrate NO₃

➤ **Principe:**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium coloré en jaune susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

➤ **Mode opératoire:**

- Filtrer l'échantillon d'eau à analyser à l'aide des papiers filtres, puis prélever 10 ml de filtrat dans un bêcher gradué, on ajoute 1 ml de solution de salicylate de sodium+ quelques gouttes de Solution d'hydroxyde de sodium NaOH 0,1 N.
- Mettre le bêcher dans l'étuve à 75-80°C jusqu'à séchage complet.
- Après on ajoute 2 ml de l'acide sulfurique H₂SO₄. On attend 10 minutes et on ajoute 15 ml d'eau distillée et 15 ml de la solution tartrate.
- On mesure en suite l'absorbance à spectrophotomètre à longueur d'onde 420 nm.

➤ **Expression des résultats:**

$$\text{teneur mg/l} = \frac{\text{Absorbance X L}}{\mu}$$

μ : constant = 0,26

L: diamètre de cuve == 0,4 cm³

3-13- Dosage des nitrites NO₂:➤ **Principe:**

La diazotation de l' amino-4-benzenesulfonamide par le nitrate en milieu acide et sa copulation avec le dichlorure de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

➤ **Mode opératoire**

- Après filtration de l'échantillon de l'eau à analyser, prélever 25 ml de filtrat et ajouter 1 ml de solution Zambelli, agiter et laisser au repos pendant 10 minutes
- Ensuite on ajoute la solution d'ammoniac NH₄OH pour effectuer la lecture au spectrophotomètre à longueur d'onde 435 nm.

➤ **Expression des résultats:**

$$\text{Teneur mg/l} = \frac{\text{Absorbance X L}}{\mu}$$

μ : constant = 0,5

L: diamètre de cuve = 0,4 cm³

3-14- Dosage de l'ammonium NH₄

➤ **Principe:**

En milieu alcalin, l'ammonium est déplacé puis entraîné par la vapeur d'eau. Le dosage est en suite effectuer sur le distillât soit par titrimétrie soit par spectrophotométrie.

➤ **Mode opératoire:**

- Dans le ballon de l'appareil a distillé, introduire 200 ml de l'échantillon et un peu d'antimousse (silicone) et peu de pierres.
- Puis ajouter 10 ml NaOH 40%, après chauffage, le distillât est déversé dans une fiole contenant 25 ml d'acide sulfurique H₂SO₄ 0,1 N Attendez 30 minutes jusqu'à l'obtention de 200 ml
- Prélever 25 ml et ajouter 1 ml de réactif de nessler pour effectuer la lecture au spectrophotomètre à longueur d'onde 420 nm.

➤ **Expression des résultats:**

$$\text{Teneur (mg/l)} = \frac{\text{Absorbance} \times 20}{\mu \times L}$$

μ : constant = 2,6

L: diamètre de cuve = 0,4 cm³

3-15- Dosage des composés phosphores

➤ **Principe:**

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphate donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrique, certaines formes organiques pouvant être hydrolysées au cours de l'établissement de la coloration et donner des orthophosphates, le développement de la coloration est accélérée par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double d'antimoine et de potassium.

➤ **Mode opératoire:**

- Nettoyer les verreries avec Chromate de potassium K₂CrO₄ et Chlore de potassium KCl diluée et après avec l'eau distillée; pour le traitement de 1 échantillon.
- Après filtration de l'échantillon de l'eau à analyser, prélever 20ml d'échantillon en ajoute 1ml d'acide ascorbique 5% et 4ml d'acide sulfurique H₂SO₄ 20% et réactif de phosphate

en attente 30minute pour effectuée la mesure spectrophotométrique à longueur d'onde 700nm

➤ **Expression des résultats:**

$$[P0_4] = \text{Absorbance} / \mu * L$$

μ : constant = 0.12

L: diamètre de cuve = 0,4 cm³

3-16- Détermination de l'azote totale:

➤ **Principe:**

Les composés azotés présents dans l'eau sont oxydés en nitrates dans un autoclave par une solution alcaline de persulfate. Les nitrates sont ensuite réduits en nitrites et dosés par l'une des méthodes décrites précisément.

➤ **Mode opératoire:**

Introduire dans un flacon stérilisé 10ml d'échantillon et 15ml de solution de minéralisation. Boucher le flacon, passer à l'autoclave à 120C° pendant 45 minutes

- Après refroidissement prélever 5ml et les introduire dans une fiole jaugée de200ml .ajouter 5ml de solution tampon, ajuster le volume à 200 ml.
- Effectuer le dosage des nitrates sur cette Solution.

➤ **Expression des résultats:**

La teneur en azote totale est exprimée en mg de N par litre (mg/l)

$$N_t = N_{OTg} + NH_4^+ + NO_2 + NO_3^-$$

$$NTK \text{ (azote Kjeldahl)} = N_{org} + NH_4^+$$

Chapitre V:
Résultat et discussions

I- L'analyse physicochimique des eaux:

1. La température:

La température d'une eau potable devrait être inférieure en été et supérieure en hiver à la température de l'air, les eaux superficielles dont la température varie de 2 à 30 C sont sensibles à la variation de la température.

Les résultats obtenus pour les quatre sites sont presque identiques et habituelles car la température du mois d'Avril est toujours située entre 19 et 21 °C

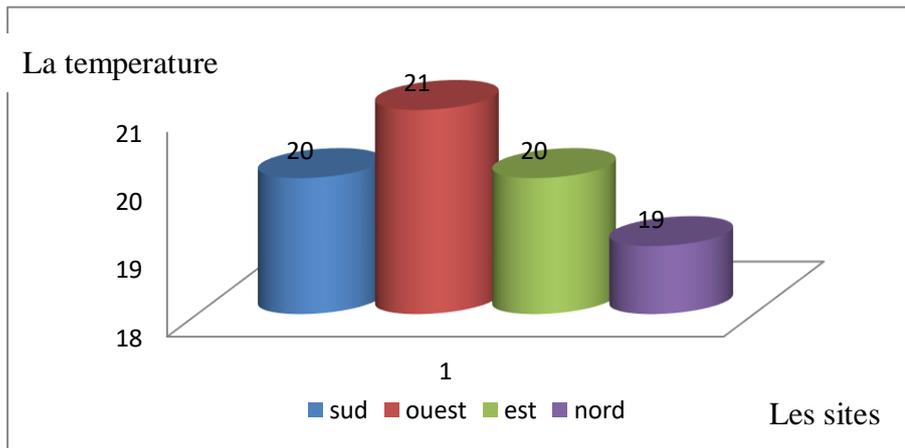


Figure 12 : la variation de la température en fonction des sites de prélèvement

2. La conductivité:

Pour les eaux de surface, la minéralisation de l'eau est influencée par la conductivité, et des modifications importantes de la conductivité peuvent intervenir rapidement au cours de la journée.

On peut admettre que la situation est particulière ou anormale au-delà de 2000 $\mu\text{s}/\text{cm}$, et à partir de 1500 $\mu\text{s}/\text{cm}$, on peut considérer l'eau comme difficilement utilisable dans les zones irriguées.

Les résultats obtenus comprennent entre 690 et 890 $\mu\text{s}/\text{cm}$ donc la minéralisation du lac est importante, et le site ouest (890 $\mu\text{s}/\text{cm}$) contient plus de sels minéraux que les autres sites.

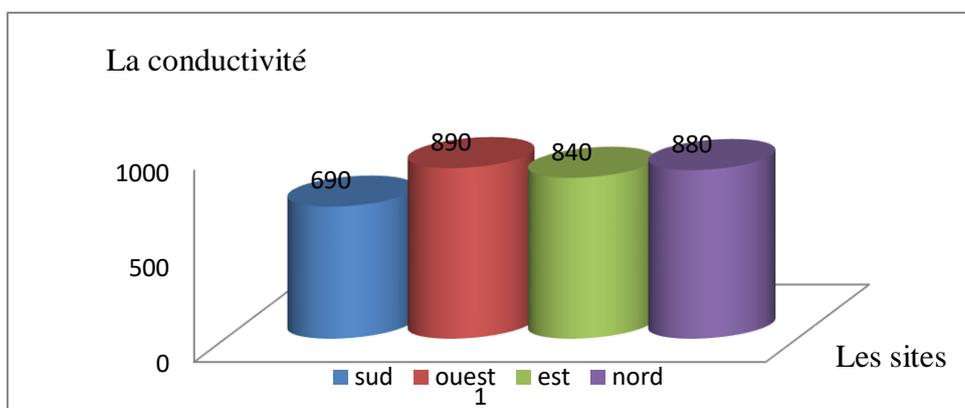


Figure 13 : la variation de la conductivité en fonction des sites de prélèvement

3. pH:

Le pH des eaux douces varie habituellement entre 7,2 et 7,6. Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité.

D'une façon générale les eaux très calcaires ont un pH élevé, et celles provenant de terrains pauvres en calcaires ou siliceux ont un pH voisin de 7 et quelquefois un peu inférieur (environ 6).

Les eaux ayant un pH inférieur à 6 ou supérieur à 8 sont rares, des pH > 8,5 ne s'observent généralement que dans les eaux stagnantes (marais, étangs, barrages).

Les résultats obtenus sont situés entre 8,1 et 8,8, le site est et le site ouest sont basique d'un pH égal à 8,8 tandis que les autres sites sont supérieurs à 8, d'après ces résultats on a constaté que les eaux du lac sont plus calcaires.

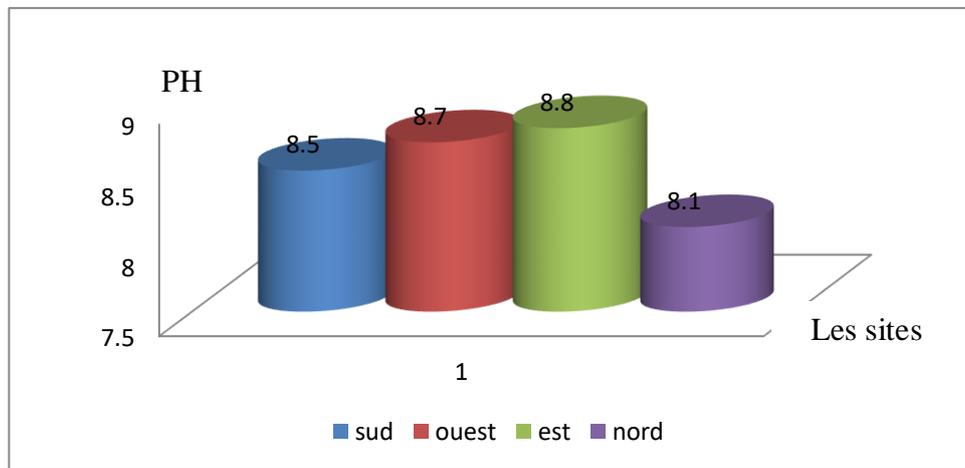


Figure 14 : la variation de pH en fonction des sites de prélèvement

4. Turbidité:

Dans les eaux profondes, la turbidité empêche la propagation de la lumière qui à pour conséquence l'élimination de la végétation, cependant, dans la plupart des eaux superficielles la turbidité est très importante et leur consommation directe n'est possible qu'après traitement. Il faut les clarifier soit par décantation soit par addition d'un coagulant, soit par filtration.

Les résultats obtenus pour les quatre sites se situent entre 390 ET 440 NTU se qui signifie que les eaux du lac sont trouble soit par des particules organiques soit par des colloïdes.

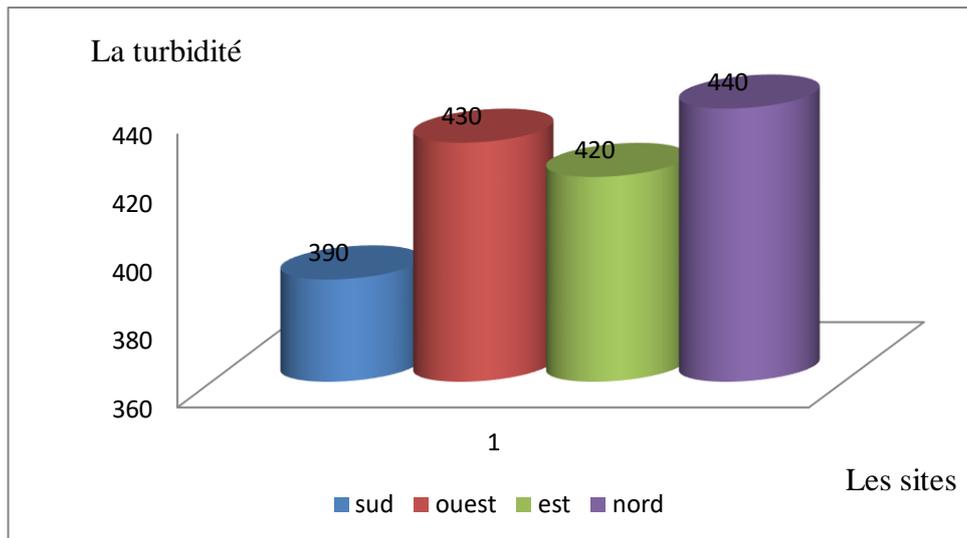


Figure 15 : la variation de la turbidité en fonction des sites de prélèvement

5. Les matières en suspension:

La teneur et la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variable selon les cours d'eau (sables, boues, particules organiques, plancton, etc.); elles sont en fonction des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, des travaux, des rejets

Tous les cours d'eau contiennent des matières en suspension et des teneurs en quelques milligrammes par litre ne posent pas de problèmes majeurs. En dehors des périodes de crues, la teneur en matières en suspension est presque toujours inférieure à 25 mg/l, de même, des teneurs plus élevées empêchent la pénétration de la lumière et diminuent l'oxygène dissous entraînant un déséquilibres entre les diverses espèces aquatiques.

Les résultats obtenus sont situés entre 5,9 et 21,6 mg/l, le site nord est plus riche en matières en suspension (21,6 mg/l) l'origine est peut être la pluviométrie du moi d'avril

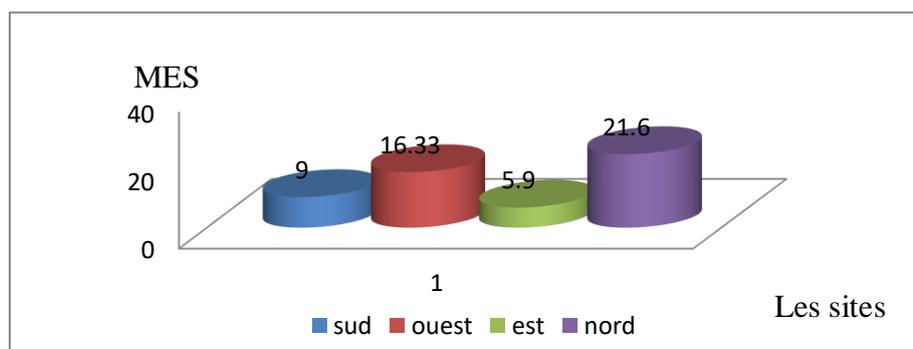


Figure 16: la variation de matière en suspension en fonction des sites de prélèvement

6. Les résidus secs

La détermination des résidus sur l'eau filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension non volatile, les résultats analytiques sont influencés par la température et la dureté de la dessiccation.

Les résultats obtenus sont situés entre 270 et 320 mg/l.

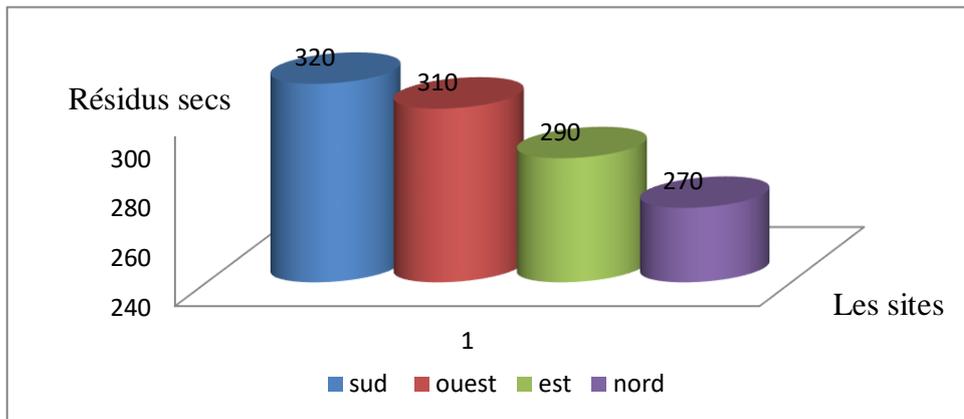


Figure 17 : la variation de résidus secs en fonction des sites de prélèvement

7. Le calcium:

Le calcium est un métal alcalinoterreux extrêmement répandu dans la nature dans les roches calcaires sous forme de carbonate; sa teneur dans les eaux superficielles varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés.

En dehors de certaines manifestations gustatives, les eaux qui dépassent 200 mg/l de calcium présentent de sérieux inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation des chaudières.

Les valeurs obtenus pour le calcium sont presque les mêmes et représentent une valeur de 33,3 mg/l pour tous les sites, ceci explique son homogénéité dans les eaux du lac.

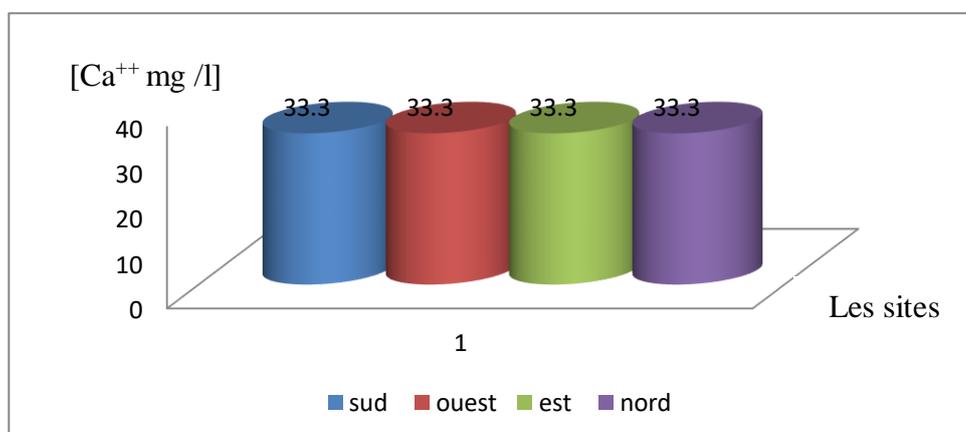


Figure 18 : la variation de Calcium en fonction des sites de prélèvement

8. Le manganèse:

Le manganèse présent dans l'eau peut s'y trouver à l'état soluble ou en suspension ou sous forme complexe, sa solubilité dépend de pH, de l'oxygène dissous et de la présence d'agents complexant.

Certaines eaux souterraines ont des teneurs de l'ordre de 1 mg/l tandis que les eaux de surfaces en contiennent généralement moins de 0,05 mg/l.

Les sels de manganèse, en dehors des permanganates, ne peuvent être considérés comme toxiques pour la vie aquatique, sauf à des teneurs très élevées.

Les résultats obtenus sont situés entre 7,89 et 9,87 mg/l, peut être d'origine industrielle puisque certains effluents industriels peuvent également renfermer des teneurs élevées en magnésium.

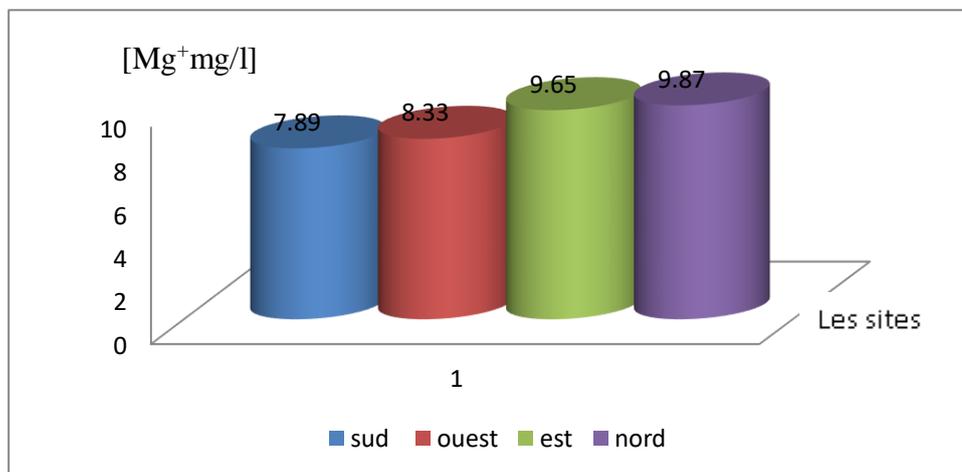


Figure 19 : la variation de magnésium des sites de prélèvement

9. La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Les phénomènes d'autoépuration naturelle dans les eaux superficielles résultent de la dégradation des charges organiques polluants sous l'action des microorganismes, il en résulte une consommation d'oxygène qui s'exprime par la demande biochimique en oxygène (DBO₅).

Selon les directives du conseil des communautés européennes prévoit pour les eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire la valeur guide de 3 mg/l d'O₂, et la valeur de 5 mg/l pour un traitement normale physique et chimique avec décontamination microbienne.

Il est admis qu'une teneur inférieure à 1 mg/l d'O₂ peut être considérée comme normale, entre 1 et 3 comme acceptable et au-delà de 3 comme douteuse ou anormale.

Dans des limites raisonnables de plusieurs milligrammes par litre, la DBO₅ peut être plutôt favorable à la vie aquatique, cependant, les faibles valeurs dans les eaux nettement polluées sont liées à la présence d'éléments toxiques inhibiteurs.

Les résultats de l'analyse varient entre 20 à 130 mg d'O₂/l, le site sud à la plus faible valeur de DBO₅, ceci est lié à la présence d'éléments toxiques inhibiteurs tandis que le site nord à la plus grande teneur en DBO₅, lié à la présence des microorganismes hétérotrophes.

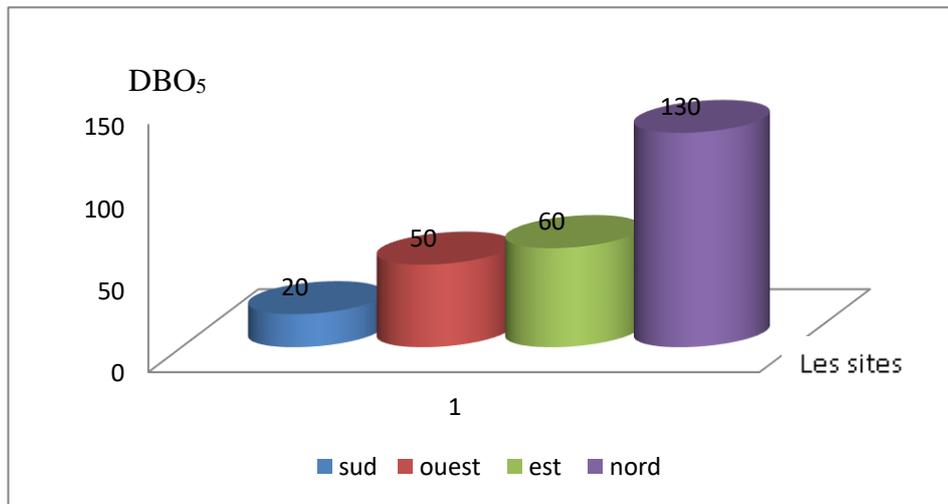


Figure 20: la variation de la demande biochimique en oxygène en fonction du site de prélèvement

10. La demande chimique en oxygène (DCO)

Dans les conditions expérimentales définies par la méthodologie, la DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques aient un caractère biodégradable ou non.

Les directives du conseil des communautés européennes prévoient pour les eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire la valeur guide de 30 mg/l d'O₂, le traitement à appliquer est de type physique, chimique avec décontamination microbienne et affinage.

Les valeurs obtenues sont comprises entre 39,6 et 91,63 mg/l d'O₂, le site Nord d'une consommation égale à 91,63 mg/l d'O₂ contient une quantité très importante des matières polluantes non biodégradables.

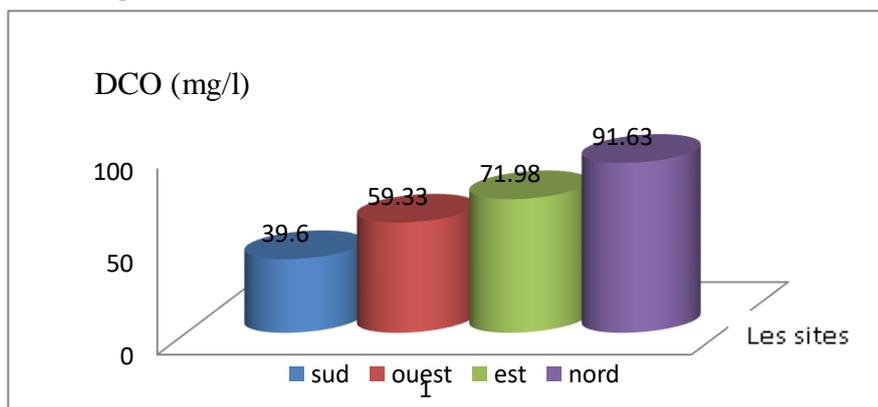


Figure n°21 : la variation de la demande chimique en oxygène en fonction des sites de prélèvement

11. La matière organique

La nature des matières organiques est très variable d'un site à l'autre et suivant les saisons, l'inconvénient est de favoriser l'apparition de mauvais goûts et d'odeurs désagréables et servent de substrats pour le développement des algues et de champignons.

Les eaux n'en renfermant que de faibles teneurs en matières organiques peuvent être très dangereuses par les éléments microbiens qu'elles véhiculent.

Les valeurs obtenues sont comprises entre 9,7 et 10,7 mg/l, ils sont liés à des produits de décomposition d'origine animale ou végétale élaboré sous l'influence des microorganismes.

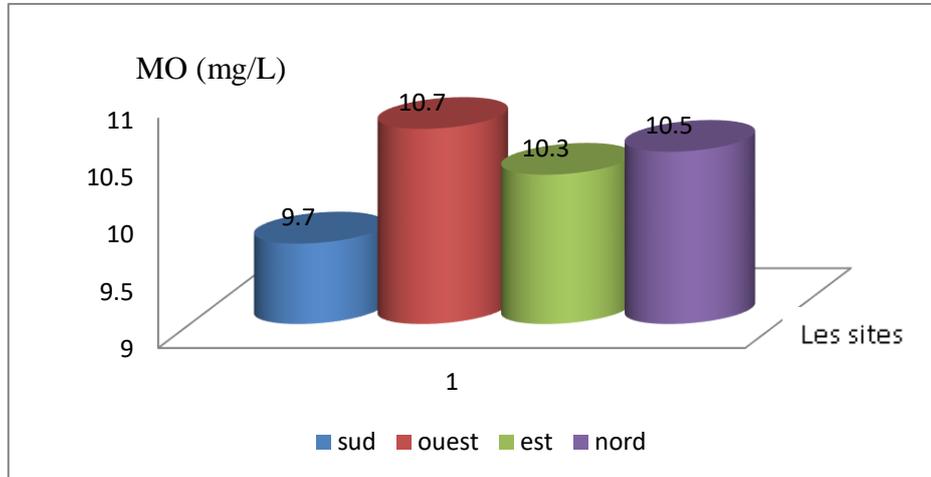


Figure 22: la variation de matière organique en fonction des sites de prélèvement

12. Les chlorures:

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés, ainsi, les eaux courantes exemptes de pollution ont une teneur en chlorures inférieure à 25 mg/l.

Les teneurs en chlorure des eaux naturelles sont susceptibles de subir des variations provoquées soit dans les zones urbaines et industrielles par des pollutions liées à des eaux usées. Les résultats obtenus sont identiques d'une valeur de 99,1 mg/l, se qui signifie que le chlorure est homogène dans tous les sites de prélèvement, il provient peut être par une pollution liées a des rejets urbains.

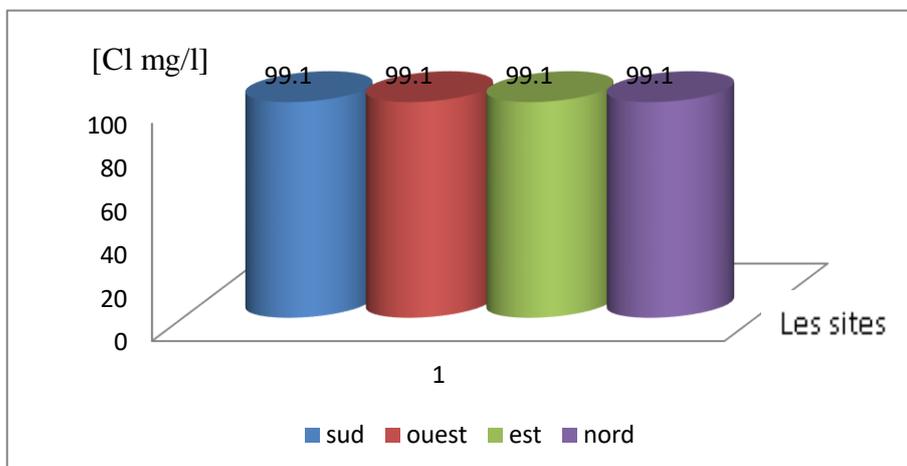


Figure 23: la variation de chlorure en fonction des sites de prélèvement

13. Les nitrates:

Les nitrates proviennent des processus d'oxydation biologique de toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrites, etc.), dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux; il peut varier de 1 à 15 mg/1 et une concentration de 2 ou 3 mg/1 peut être considérée comme normale. A l'origine du cours d'eau, la teneur en nitrates est souvent comprise entre 0,05 et 0,2 mg/1 puis elle s'élève progressivement jusqu'à quelques mg/1 le long du parcours au fur et à mesure que croît la distance aux sources.

Les rejets des collectivités et occasionnellement de certaines industries (engrais) peuvent concourir à l'enrichissement en nitrates des eaux superficielles.

Les valeurs obtenues sont comprises entre de 0,698 à 0,777 mg/1, elles sont considérées comme normale par rapport aux normes, liées peut être à l'utilisation des fertilisants agricoles.

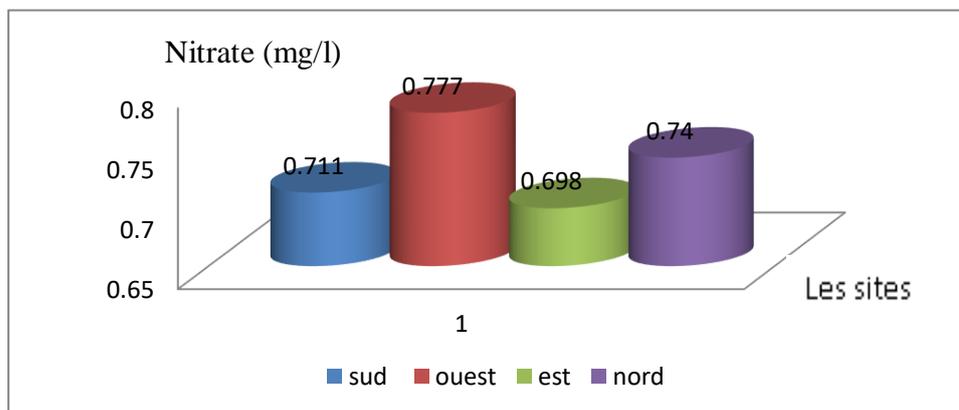


Figure 24: la variation de nitrate en fonction des sites de prélèvement

14. Les nitrites:

Les nitrites proviennent soit de l'oxydation incomplète de l'ammoniacque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant.

En l'absence de pollution, il n'y a pas ou très peu de nitrites dans les eaux et dans les zones où l'autoépuration est active, les teneurs se maintiennent à des niveaux très faibles de l'ordre de 0,01 mg/1.

En dessous d'un centième de mg/1, les eaux peuvent être considérées comme pures mais en présence de quelques dixièmes de mg/1, la pollution est sensible, celle-ci devient significative au delà de 1 mg/1.

Les résultats obtenus sont compris entre 0,14 et 0,22 mg/1, ils proviennent de la réduction de nitrate existant dans les eaux du lac sous l'action des microorganismes dénitrifiant.

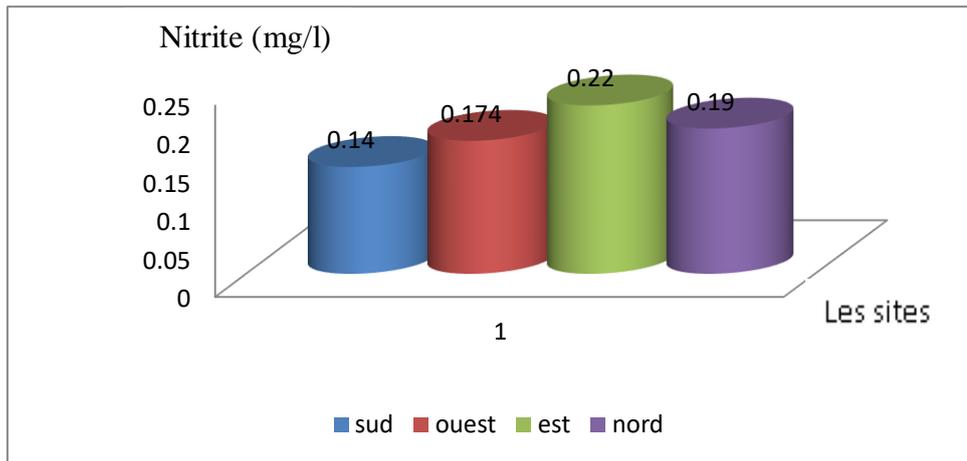


Figure 25 : la variation de nitrite en fonction des sites de prélèvement

15. L'azote ammoniacal:

L'azote ammoniacal est souvent trouvé sous forme ionisée (NH_4^+) ou non ionisée (NH_3), il peut avoir pour origine dans les eaux superficielles: la matière végétale des cours d'eau, la matière organique animale ou humaines, les rejets industriels, les engrais, etc.

Sa présence est à rapprocher des autres éléments azotés identifiés dans l'eau comme les nitrates et les nitrites.

Immédiatement en aval des foyers de pollution, on trouve souvent des teneurs en azote ammoniacal de l'ordre de 0,5 à 3 mg/l.

Les résultats obtenus pour tous les sites sont situés entre 0,02 et 0,06 mg/l d' NH_4^+ , il est oxydé en nitrite par oxydation incomplète c'est pour ça les teneurs en nitrite augmentent.

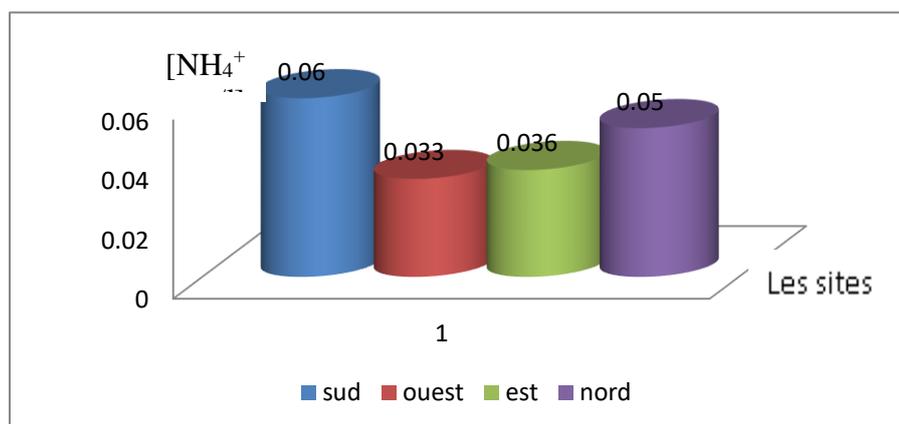


Figure 26 : la variation de L` ammonium en fonction des sites de prélèvement

16. Les composés phosphores :

La présence naturelle du phosphate dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition des matières organiques, des teneurs supérieures à 0,5 mg/l doivent constituer un indice de pollution

Les phosphates proviennent du lessivage des terres cultivées renfermant des engrais phosphatés ou traités par certains pesticides ou par des rejets industriels et domestiques

Les résultats de l'analyse montrent des valeurs entre 0,36 et 0,6 mg/l, ces valeurs indiquent peut être un cas d'eutrophisation du lac due à la présence du nitrate et du phosphate dans le milieu.

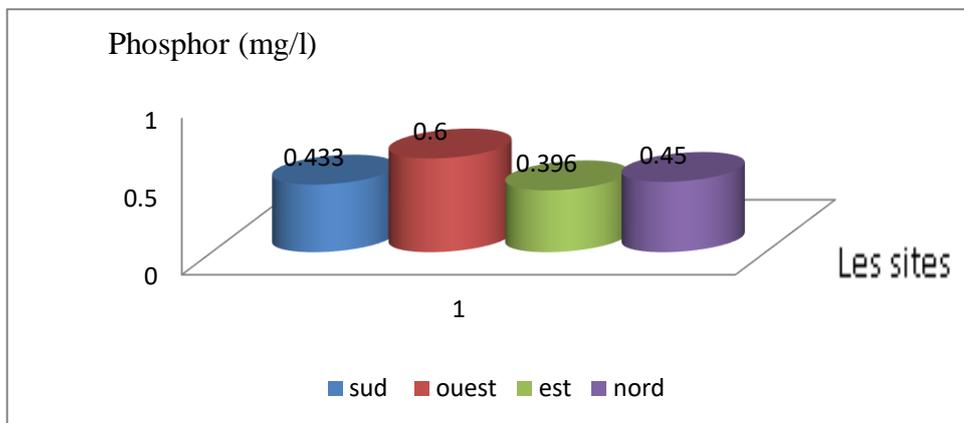


Figure 27: la variation de phosphore en fonction des sites de prélèvement

Tableau 5: Les résultats de l'analyse des paramètres physicochimique des eaux du lac Oubeira

Site	Cl (Mg/L)	Con us/cm	DBO Mg/1 d'0 ₂	DCO Mg/1 d'0 ₂	Mg ⁺² (Mg/L)	MES (Mg/L)	MO (Mg/L)	pH	RS (Mg/L)	T (°C)	Tur NTU	Ca ⁺² (Mg/L)
Sud	99,1	690	20	39,6	7,89	9	9,7	8,5	290	20	27,9	33,3
Ouest	99,1	890	50	59,33	8,33	16,33	10,7	8,7	280	21	21,5	33,3
Est	99,1	840	60	71,98	9,65	5,9	10,3	8,8	270	20	26,8	33,3
Nord	99,1	880	130	91,63	9,87	21,6	10,5	8,1	310	19	20,1	33,3

Site	NH ₄ Mg/1	NO ₃ Mg/1	PO ₄ Mg/1
Sud	0,06	0,788	0,433
Ouest	0,033	0,633	0,6
Est	0,036	0,692	0,396
Nord	0,05	0,740	0,45

I/L'identification fongique

❖ L'aspect macroscopique :

Tableau n°06 : Identification des caractères cultureux à partir d'un milieu de culture (Czapek concentré) a température 28C⁰

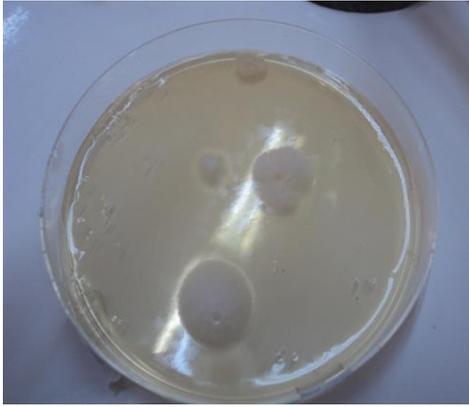
Les sites	Après 2 jours	Après 3 jours	Après 5 jours	Après 7 jours
Le sud	-Absence des colonies	- Absence des colonies	-Une colonie	-3 colonies de couleur blanche de diamètre de 2,5cm
L'ouest	-absence des colonies	-2 colonies : -une colonie de couleur grise et de diamètre de 0,7cm -2une colonie marron de diamètre 1,2cm	-3 colonies de couleur blanche de diamètre de 2,5cm	-4 colonies de couleur blanche vers le marron de diamètre entre 0,5-2,5cm
L'est	-absence des colonies	- une colonie grise au centre avec entoure blanc de 1,5cm de diamètre.	Absence de colonies	- Une colonie de couleur blanche de diamètre de 2,5cm
Le nord	-absence des colonies	- Absence des colonies	Une colonie de couleur blanche de diamètre de 2,5cm	- Une colonie de couleur verte de diamètre de 1,5cm

Tableau n°07 : Identification des caractères cultureux à partir d'un milieu de culture (Czapek simple) à température 28C⁰

Les sites	Après 2 jours	Après 3 jours	Après 5 jours	Après 7 jours
Le sud	-absence des colonies	-une couleur grise de diamètre 1cm	-2 Colonies de couleur blanche de diamètre de 0,2-0,9cm	-3 Colonies : -2 de couleur blanche-marron de diamètre de 3,5- 4, 5cm -une colonie de couleur rouge brique (3cm)
L'ouest	-Une colonie de couleur grise avec autour blanc de diamètre de 1,5cm	-5 colonies de couleur blanche-marron de diamètre 0,2-1cm.	- Une colonie de couleur blanche de diamètre de 2,5cm	-4 colonies de couleur blanche de 0,2-0,5cm de diamètre.
L'est	-absence des colonies	- Une colonie de couleur blanche de diamètre de 2,5cm	-2 colonies de couleur noire de diamètre 0,5cm - 3 colonies de couleur blanche de diamètre de 1,5 -2,5cm	-une colonie jaune de diamètre de 1,5cm
Le nord	-absence des colonies	- Une colonie de couleur blanche de diamètre de 2,5cm	-une colonie de couleur verte condense au centre de diamètre de 1,5cm	-une colonie de couleur noire de 0.3cm de diamètre

Tableau 08 : Identification des caractères cultureux à partir d'un milieu de culture (sabouraud) a température 28C⁰

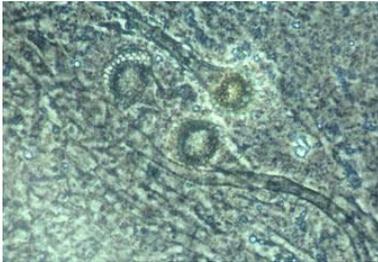
Les sites	Après 2 jours	Après 3 jours	Après 5 jours	Après 7 jours
Le sud	-absence des colonies	-une couleur grise de diamètre 1cm - une colonie de couleur blanche de forme bombée	-2 Colonies de couleur blanche de diamètre de 0,2-	-3 Colonies : -2 de couleur verte avec autour blanc de diamètre de 0,5cm -une colonie de couleur blanche
L'ouest	- absence des colonies	-2 colonies de couleur verte avec autour blanc de diamètre de 1,5cm	- Une colonie de couleur blanche avec autour jaune de diamètre de 2,5cm	-4 colonies de couleur blanche de 0,2-0,5cm de diamètre.
L'est	-2colonies de couleur blanc-marron 0,9 cm -2 colonies de couleur blanc rouge de diamètre 0,5-2,5cm	-3colonies des couleurs; blanc a le fond rouge brique, noire verte avec autour blanc, de diamètre varies entre 0,2-0,3cm	-2 colonies de couleur noire de diamètre 0,5cm - 3 colonies de couleur blanche de diamètre de 1,5 -2,5cm	-5colonies blanche avec autour blanc verte de diamètre de0,5cm forme bombée - 3 colonies vertes grise diamètre de 1,5 cm
Le nord	- Une colonie de couleur blanche de diamètre de 2,5cm -3 colonies de couleur jaune de diamètre 1,5cm	- Une colonie de couleur blanche de diamètre de 2,5cm -2 colonies de couleur verte gris de diamètre 0,5cm	-2 colonies de couleur verte-noire de diamètre de 1,5cm - une colonie de couleur verte de diamètre 0,4 cm	-une colonie de couleur noire de 0.3cm de diamètre - 3 colonies blanches au centre avec autheur jaune de 0,5 cm diamètre - 2 colonies vertes grisent au centre avec autour blanc de forme bambée de 0,7-1,3cm



Sabouraud 28°C (voie recto)



Sabouraud 28°C (voie verso)



Aspergillus ochraceus

Caractères cultureux :

La colonie se développe rapidement (2-3 jours) sur les milieux de culture (Sabouraud) à 28°C.

Les colonies d'*A. ochraceus* poudreuses sont granuleuses. Blanches au début puis jaunes et, ou ocre-jaunes à chamois. Le revers des colonies est incolore.

Morphologie microscopique :

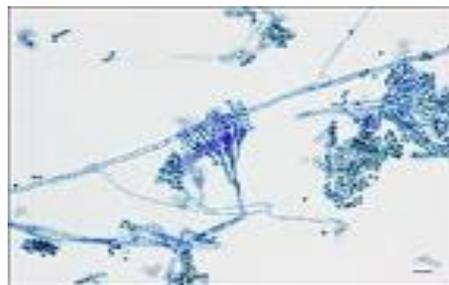
Les têtes conidiennes sont bisériées, d'abord globuleuses puis se séparant en 2 ou 3 colonnes divergentes, bien individualisées. Les colonies sont sub-globuleuses.



Czapek simple 28°C (voie recto)



Czapek simple 28°C(voye verso)



Penicillium chrysogenum

Caracteres morphologiques culturaux :

Les Colonies sur Czapek simple atteignent un diamètre d`environ 4-5 cm dans les 10 jours a 28°C.

Certaines souches présente un diamètre de 2,5-4cm, compose de nombreuses dressées conidiospore unique formant un dense veloute feutre ; colonies parfois laboures

La plupart des colonies ont une croissance plus rapide sur czapek simple, plat, jamais sillonne, veloutée, parfois légèrement.



Czapek simple 28°C (voie recto)



czapek simple 28°C (voie verso)



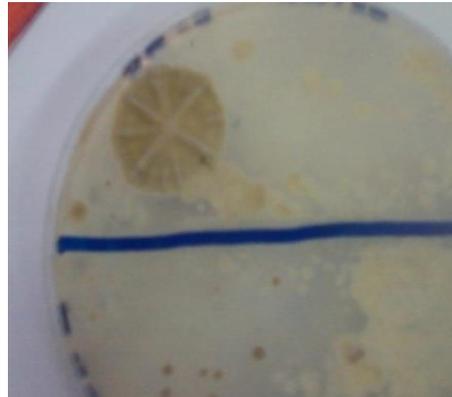
Penicillium echinulatum

Aspect microscopique

- la colonie dans le milieu czapek concentre à 28 c⁰
- leur diamètre atteint entre 2,8-3,6cm pendant 7 jours.
- couleur gris vers le noir.une odeur prononcé, grossier.
- reverse la couleur vers les jaunes.



Sabouraud 28°C (voie verso)



Sabouraud 28°C (voie verso)

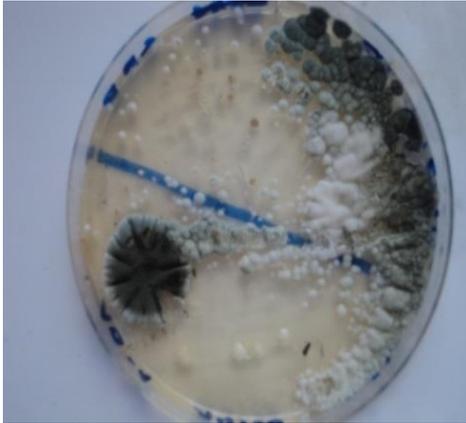
*Aspergillus fumigatus***Carateres culturaux :**

Mycélium se développe rapidement sur les milieux de culture Czapek. À 28°C

A.fumigatus forme des colonies d'abord blanchâtre, puis bleu-vert foncé. Le revers peut être incolore, jaune, vert ou brun-rouge selon les souches.

Morphologie microscopique

Les têtes cnidiennes, strictement unisériées, en colonne compacte sont d'abord bleu-vert puis virant au vert bronze.



Sabouraud 28°C (voie récto)



Sabouraud 28°C (voie verso)



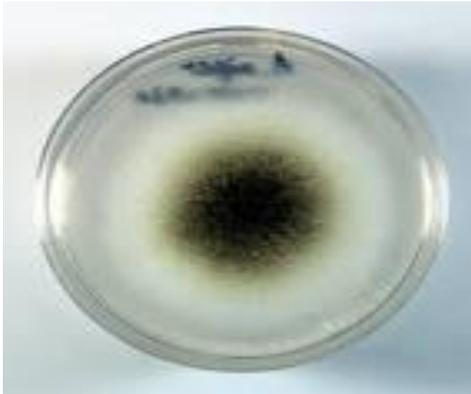
Aspergillus Niger

Caractères cultureux

Ce champignon se croit rapidement (2-3jours) sur les milieux de culture (sabouraud). à 28°C. Les colonies d'*A.niger* sont granuleuses. Blanchâtre au début puis devient jaunes et, à maturité, elles deviennent noires. Le revers des colonies est incolore.

Morphologie microscopique :

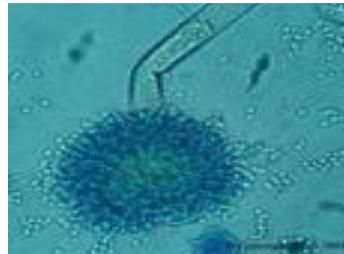
Les têtes conidiennes, bisériées, radiées sont disposées en plusieurs colonnes.



Czapek concentre 28°C (voie verso)



Czapek concentre 28°C(voie recto)



Aspergillus Conidia

Aspects microscopiques :

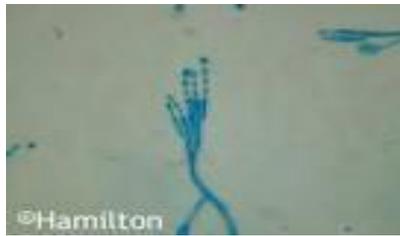
- L`ensemencement à été réalisé sur milieu czapek qui se caractérisent par :
- colonie avec diamètre entre 1-1,5cm après 7 jours.
- Le mycélium est allongé avec le conidiospores qui s`élève dans l`agar ou au niveau de mycélium.
- La couleur de la tête est blanche-âtre, crème a l`état frais puis devient visqueux.



Czapek concentre 28°C (voie verso)



Czapek concentre 28°C(voie recto)

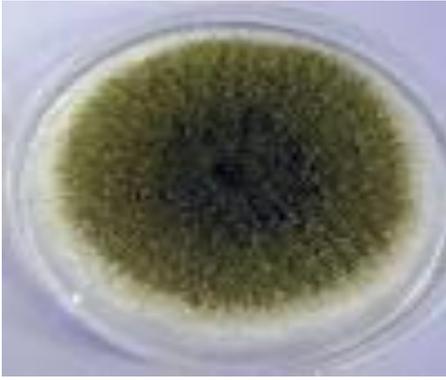


penicillium digitatum

Caracteres morphologiques cultureux :

Colonies sur Czapek concentre atteignent un diamètre d`environ 1 cm à 28°C.

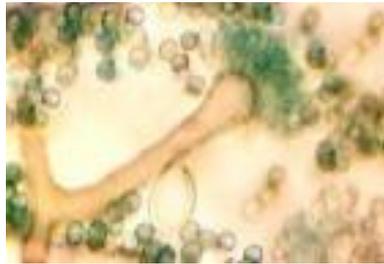
La croissance est rapide.



Czapek concentre 28°C (voie verso)



Czapek concentre 28°C (voie verso-recto)



Penicillium nidulans

Caracteres morphologiques cultureux :

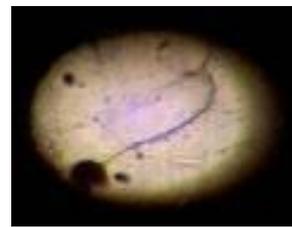
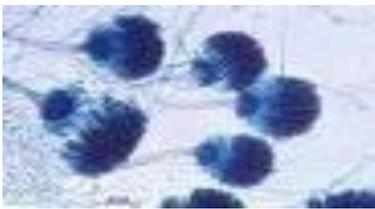
- La colonie jaune avec des filaments simple possèdent des têtes de forme sphérique.
- Les mycéliums ont de paroi lisse et minces.les têtes contient de nombreuses spores.



Czapek concentre 28°C (voie recto)



Czapek concentre 28°C (voie verso)



rhizopus oryzae

Caracteres morphologiques culturaux :

Les Colonies blanchatre devient brun-gris, environ 10mm de haut. Lisses ou legerement rugueuses, presque incolore a jaune-brun. Rhizoids ramifiees en face de la sporangiophores ou decoulant directement de sparangiophores stolons sans rhizoids.

Conclusion

Conclusion :

Le lac oubeira est une zone humide très importante en Algérie, renferme une biodiversité qui conduit la convention de RAMSAR à protégée en tant qu'une réserve naturelle d'importance internationale.

Notre analyse de la qualité de l'eau du Lac oubeira montre que ce dernier est soumis à plusieurs effets de pollution et que le degré de pollution biologique est très important.

Les résultats de l'analyse physicochimique concernant la consommation de l'oxygène et l'existence des matières organiques confirment la présence de toutes les sources de nutrition pour la croissance des microorganismes hétérotrophes notamment les champignons, ces derniers peuvent provoquer des maladies mycologiques (les mycoses).

« Mieux vaut prévenir que guérir ». Ainsi, à l'évidence, mieux vaut ne pas polluer que de chercher à réparer les effets de la pollution. Il convient donc de lutter de manière individuelle mais aussi collective, la lutte contre la pollution organique est de chercher la cause (la source) ainsi que le contrôle systématique des rejets industriels pour protéger nos sources et notamment notre écosystème.

Référence
Bibliographique

Références bibliographiques :

- 1- Anonyme., 2003. -Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar. 7 p
- 2- B.BOTTON., Y.VAYSSIER et P.VEAU., 1990. -Moisissures utiles et nuisibles. Edition Masson, Paris, p 17-314
- 3- CHERAITI Nardjess., 2007. - Isolement des souches d'actinomycètes productrices de nouvelles molécules antifongiques (cas des eaux du lac Oubeira). Mémoire pour l'obtention du diplôme de magister. Université Badji Mokhtar-Annaba.
- 4- DE VILLERSI, SQUILBIN M., 2005. -Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface. Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement. 16 p
5. Degremont, 1989. -Mémento technique de l'eau. Edition Degremont. p 19-36
6. Dominique., champiat, 1988. -biologie des eaux. Edition Masson, Paris, p 13,15.
- 7- Encarta (2009).
- 8- François B., Emilie N. - Facteurs expliquant la présence de Matière Organique dans les Eaux Superficielles en Bretagne. 85 p
- 9- Franklin-D.-Roosevelt, Paris. -Palais de la découverte : L'eau, source de vie. 11 p
- 10- J.Nicklin., K.Graeme-Cook., T.Paget & R.Killington. -L'essentiel en microbiologie. Édition BERTI, 2000. p 218-237
11. Kachour L., 2005. - Identification des moisissures isolées à partir des eaux du lac Oubeira (PNEK) et impact des eaux usées sur leur diversité. Thèse de magister en microbiologie de l'environnement. Université Badji Mokhtar Annaba.
12. Leclerc H., 1969. -Microbiologie générale. Edition Doin. P 384, 386.
- 13- M. belkaid., M.belazzoug, et D.kellou., 1988. -Élément de parasitologie. Édition office des publications universitaires, Algérie, p 219
14. PESSON P & coll., 1987, La pollution des eaux continentales. Edition Gauthier-Villars, 345 p,p4

- 15- PRESCOTT., HARLEY et KLEIN., 2003. -Microbiologie. Édition de bœck, Paris, p 553-564
- 16- Rodier J., 1996.- L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eau résiduaires, eaux de mère. Edition DUNOD, Paris. p23-1068
- 17-<http://www.aquaportail.com/articles-item-133-le-lac-quand-et-comment-definition-exhaustive.html> (23/05/2011)
- 18-http://www.dgf.org.dz/zones_humides/cartotheque.php?start=36&album=100 (25/05/2011)
- 19-www.eau-rhin-meuse.fr/patrimoine/pollu/pol02.htm (15/05/2011)
- 20-www.fr.wikipedia.org/wiki/ascomycètes (29/04/2011)
- 21-Membres.lycos.fr/pollutioneauxdouces/newpage.html (10/04/2011)
- 22-http://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/AnalyseEau/physico_chimie_presGen.htm (12/04/2011)
- 23-http://www.total.com/fr/responsabilite-societale-environnementale/dossiers/eau-douce/mieux-comprendre-eau/polluant_eau_7701.htm (02/06/2011)
- 24- <http://fr.vikidia.org/wiki/Champignon> (05/06/2011)
- 25-<http://www.thecanadianencyclopedia.com/index.cfm?PgNm=TCE&Params=f1ARTf0003108> (20/05/2011)
- 26- <http://www.marocagriculture.com/des-champignons-utiles-a-la-degradation-de-produits-chimiques-dangereux.html> (15/05/2011)
- 27-http://ispb.univlyon1.fr/mycologie/site_labو_myco/enseignement/uv_pathologies_tropicales/mycologie_medicale.htm (19/05/2011)
- 28- <http://membres.multimania.fr/pollutioneauxdouces/newpage9.html> (20/04/2011)

Annexe

Annexes

Les milieux de culture utilisent :

- Le milieu de Czapek simple:

Les compositions d'eau distillée	La quantité en g/l
*NaNO ₃	2,0 g
*KH ₂ PO ₄	1,0 g
*MgSO ₄ , 7H ₂ O	0,5 g
*KCl	0,5 g
*FeSO ₄ , 7H ₂ O	0,01 g
*CuSO ₄ , 5H ₂ O	0,01 g
*ZnSO ₄ , 7H ₂ O	0,005 g
◆Saccharose	30 g
*Agar	20 g
*Eau distillée	1000 ml

Ce milieu permet de bien différencier sur les boîtesensemencées les *Fusarium*, *Aspergillus* *Penicillium*. L'acidité de ce milieu permet en outre d'éliminer les bactéries.

- Le milieu de Czapek concentré :

Les compositions d'eau distillée	La quantité en g/l
*NaNO ₃	30g
*KH ₂ PO ₄	20g
*KCl	10g
*MgSO ₄ .7H ₂ O	10g
*FeSO ₄ .7H ₂ O	0,2g
* Saccharose	30g
*Agar	20g
*Eau distillée	1000 ml

- Le milieu de Sabouraud :

Les compositions d'eau distillée	La quantité en g/l
* Glucose	20g
* Peptone	10g
* Agar	15g
* Eau distillé	1000 ml

Ce milieu est utilisé pour l'isolement et la culture des levures et des moisissures son utilisation est recommandée par le codex de la pharmacopée française pour le contrôle de stérilité des produits pharmaceutiques.

Résume:

Le lac Oubeira présente, avec l'ensemble du complexe lacustre du parc national d'El-kala, des valeurs écologiques et des richesses naturelles considérables à l'échelle mondiale.

Après les analyses physico-chimiques et l'identification fongique, notre résultat montre des concentrations élevées de plusieurs paramètres tels que MO, DBO5 et DCO, TAC, PH, Mg^{+2} ... et une variation d'une microflore fongique saprophyte et pathogène.

Mots clés : Lac Oubeira, identification fongique, biodiversité, matières organiques. Les propriétés physico-chimiques.

ملخص:

بحيرة أوبيرة إحدى بحيرات الحظيرة الوطنية للقالا تتميز بأنها ذات قيمة بيئية و ثروة طبيعية معترف بها على المستوى العالمي.

بعد التحليل الفيزيوكيميائية وعزل الفطريات المجهرية تحصلنا على نتائج التي أظهرت وجود نسب مرتفعة للعديد من العناصر الملوثة مثل (المواد العضوية 'الفسفور ' النيترات...) و وجود تنوع في الفطريات المجهرية منها المتعايشة و أخرى ضارة.

المصطلحات بحيرة – الفطريات المجهرية – تنوع البيولوجي – المادة العضوية – الخصائص الفيزيوكيميائية.

Summary:

Lake Oubeira presents with the 'whole complex lake national park' s El-Kala, ecological values and natural resources globally significant. After the physico-chemical and fungal identification result shows our students the concentrations of several parameters such as MO, BOD5 and COD, TAC, PH, Mg^{2+} And a variation of 'a fungal spoilage and pathogenic microflora.

Keyword: Lake Oubeira, fungal identification, biodiversity, organic materials. The physico-chemical properties ,